



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

CONFEÇÃO DE PRÓTESE TOTAL EM CAD/CAM

Trabalho submetido por
André Alexandre Antunes Calejo
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Novembro de 2017



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

CONFEÇÃO DE PRÓTESE TOTAL EM CAD/CAM

Trabalho submetido por
André Alexandre Antunes Calejo
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof.º Doutor Paulo Durão Maurício

Trabalho coorientado por
Mestre Maria João Bissaia Barreto

Novembro de 2017

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Doutor Paulo Durão Maurício por toda a disponibilidade, esforço e ajuda ao longo deste trabalho o meu agradecimento.

À minha coorientadora, Mestre Maria João Bissaia Barreto por todo o seu contributo e conhecimento que me foram “inspirando” durante estes anos de trabalho.

À Prof. Doutora Armanda Abreu de Amorim por toda a sua amizade, sabedoria e experiência de vida com que me presenteou desde o início deste desafio.

Ao Dr. João Rua, pela sua disponibilidade e dedicação clínica durante todo este ano, incluindo o exemplo apresentado nesta tese.

Aos meus pais, Fernando e Maria de Lurdes por serem sempre um exemplo. Por todo o apoio e sacrifício durante os meus anos de curso e por serem as bases de todos os sonhos dos filhos. O meu maior obrigado por estarem sempre presentes.

Ao meu irmão Bruno por todo o companheirismo desde sempre. Por ser um exemplo na minha vida.

À minha namorada Helena Lopes Fonseca, por me conhecer tão bem e ser o meu maior apoio e sustento nesta fase tão importante da minha vida. Pelo sentido que dá ao meu percurso e por toda a alegria e motivação que me trouxe durante o último ano.

Ao meu parceiro de box e grande amigo João Baptista Pereira, pela sorte que tive em ganhar uma amizade tão grande com a faculdade. Por ser uma inspiração pela sua entrega, sabedoria e vontade de se superar. Mas sobretudo, pela sua bondade e amizade o meu agradecimento.

À Mariana Caixinha, por toda a partilha pessoal e profissional. Que nos esperem longos anos para poder agradecer o suficiente.

À Rita Afonso, João Campos, Ana Carracho e Rita Almeida, por trazerem um sentido e uma alegria imensa ao meu percurso na Egas Moniz. Não poderia pedir melhores companheiros e futuros colegas de profissão.

Aos meus tios Isabel e Francisco, tia Aurora e à tia Fernanda, pela sua amizade, apoio e preocupação ao longo dos meus 24 anos de vida.

Resumo

A prótese total, devido à elevada prevalência de edentulismo, continuará a demonstrar-se uma componente importante na medicina dentária. A confeção de próteses totais com recurso a métodos de CAD/CAM é atualmente uma realidade no campo da reabilitação oral.

Existem diversos sistemas digitais disponíveis para auxiliar o médico dentista e o técnico de prótese no fabrico de próteses totais com recurso a técnicas de CAD/CAM, podendo a sua produção ser reduzida a um protocolo de apenas duas consultas.

A integração desta tecnologia no design e confeção de próteses totais permite melhorar a qualidade dos elementos protéticos e facilitar a comunicação com o técnico de prótese. Deste modo, os procedimentos laboratoriais demorados são reduzidos ou eliminados, permitindo que o técnico dentário assegure próteses reprodutíveis, previsíveis, eficientes e precisas.

Apesar da revisão bibliográfica realizada indicar as técnicas de CAD/CAM como procedimentos realizados, em geral, com duas a três consultas e dispêndio de uma a duas horas para a consulta de realização de impressões e registo maxilar, no caso clínico que estamos a desenvolver já nos foi possível verificar que a curva de aprendizagem até obter destreza com estes sistemas é muito elevada.

Nesta revisão é realizada uma introdução à tecnologia de CAD/CAM, incluindo os instrumentos, materiais e protocolo geral necessário à confeção de próteses totais com recurso a esta tecnologia. São ainda descritos passo a passo, com os respetivos protocolos clínicos e laboratoriais, os quatro grandes sistemas disponíveis para a sua elaboração: Wieland Digital Denture, AvadentTM Digital Denture, DentcaTM e Ceramill[®] Full Denture System.

Palavras-Chave: CAD/CAM; Prótese Total; Digital; Edentulismo.

Abstract

Complete denture, due to the high prevalence of edentulism, will continue to prove to be an important component in oral medicine. The confection of complete dentures using CAD/CAM methods is currently a reality in the field of oral rehabilitation.

There are several digital systems available to assist the clinician and dental technician in the manufacture of complete dentures using CAD/CAM techniques, and their production can be reduced to a protocol of only two appointments.

The integration of this technology in the design and confection of complete dentures allows to improve the quality of the prosthetic elements and facilitate the communication with the prosthesis technician. In this way, time-consuming laboratory procedures are reduced or eliminated, allowing the dental technician to ensure reproducible, predictable, efficient and accurate prostheses.

In this review, an introduction to the CAD / CAM technology is made, including the instruments, materials and general protocol necessary for the confection of complete dentures using this technology. The four major systems available for its elaboration: Wieland Digital Denture, Avadent™ Digital Denture, Dentca™ and Ceramill® Full Denture System; are described step by step with their clinical and laboratory protocols.

Key-words: CAD/CAM; Complete denture; Digital; Edentulism.

Índice Geral

Resumo.....	1
Abstract.....	3
Índice de Figuras.....	8
Lista de Abreviaturas	10
I. Introdução	11
II. Desenvolvimento	13
1. Prótese Total Convencional	13
2. CAD-CAM.....	14
2.1 Definição	14
2.2 Aplicações	15
2.3 Classificação geral dos sistemas de CAD/CAM	16
2.4 Vantagens	17
2.5 Desvantagens	21
2.6 Impressão para CAD/CAM	21
2.6.1 Impressão Digital	21
2.6.2 Scanners de CAD	22
2.6.3 Scanners de Laboratório	23
3. Biomateriais.....	24
3.1 Materiais de impressão.....	24
3.2 Biomateriais poliméricos.....	28
4. Resina acrílica utilizada na confecção de próteses totais em CAD-CAM .	28
5. Confeção de Prótese Total em CAD-CAM	29
5.1 Impressões para CAD/CAM	29
5.2 Registo Inter-maxilar.....	30
5.2.1 Scan facial	31
5.3 Design	34
5.4 Fresagem.....	36
5.5 Colocação da Prótese	37
6. Wieland Digital Denture.....	37
7. Avadent™ Digital Denture	44
8. Dentca™	48

9.	Ceramill® Full Denture System	53
III.	Conclusão.....	57
IV.	Bibliografia	59

Índice de Tabelas

Tabela 1 Resumo das principais vantagens da tecnologia CAD/CAM. Adaptado de: (Alghazzawi, 2016).....	20
Tabela 2 Comparação dos diferentes sistemas intraorais. Todas as câmeras dos sistemas têm capacidade de scanear intraoralmente toda a arcada dentária e também de implantes, com exceção do sistema PlanScan. Fonte: (Alghazzawi, 2016)	23

Índice de Figuras

Figura 1 – Impressões definitivas da maxila e mandíbula.....	30
Figura 2 - A, Scan facial em repouso; B, Scan facial em sorriso máximo; C, Scan facial com afastadores das bochechas para exposição dos dentes anteriores. Fonte: (Hassan, Gimenez Gonzalez, Tahmaseb, Greven, & Wismeijer, 2017).....	31
Figura 3 – A, Modelo tridimensional da duplicação de uma prótese com material de registo oclusal; B Arranjo dentário virtual em correta relação oclusal. Fonte: (Hassan et al., 2017).....	32
Figura 4 - A, Prótese existente com material de registo oclusal escuro; B, Prótese duplicada com material de registo oclusal opaco com elevada reflexão de luz. Fonte: (Hassan et al., 2017)	33
Figura 5 – A, Réguas profundas; B, Pelos faciais. Fonte: (Hassan et al., 2017)	33
Figura 6 Bloco para fresagem da base protética, IvoBase®. Fonte: (Ivoclar, 2017).....	36
Figura 7 Bloco para fresagem dos dentes, SR Vivodent®. Fonte: (Ivoclar, 2017)	37
Figura 8 – Registo da relação cêntrica provisória paralela à linha bipupilar. Fonte:(Ivoclar, 2015)	38
Figura 9 – Dispositivo UTS CAD, paralelo à linha de Camper. Fonte: (Ivoclar, 2015)	39
Figura 10 – Design CAD do plano oclusal provisório. Fonte: (Ivoclar, 2015)	40
Figura 11 – Design CAD das moldeiras individuais. Fonte:(Ivoclar, 2015)	40
Figura 12 – Moldeiras individuais fresadas com adaptação para o registo da relação cêntrica. Fonte: (Ivoclar, 2015).....	41
Figura 13 – Impressões definitivas, registo de mordida e linhas de referência anatómica traçadas. Fonte: (Ivoclar, 2015)	41
Figura 14 – Plano oclusal definitivo em relação aos valores do plano de Camper e linha bipupilar. Fonte: (Ivoclar, 2015).....	42
Figura 15 – Arranjo dentário em função alinhado com o plano oclusal definido. Fonte: (Ivoclar, 2015).....	42
Figura 16 – Monobloco para realizar a consulta de prova. Fonte: (Ivoclar, 2015).....	43
Figura 17 – Próteses totais definitivas CAD/CAM Ivoclar Vivadent. Fonte: (Ivoclar, 2017)	44
Figura 18 - Moldeiras de Stock AvaDent. Fonte: (Baba et al., 2015)	45
Figura 19 - Dispositivo de medição anatómica (DMA) AvaDent. Fonte: (Baba et al., 2015)	46

Figura 20 - Impressões definitivas maxilar e mandibular. Fonte: (Baba et al., 2015)....	46
Figura 21 - Próteses totais definitivas confeccionadas pela Avadent (Baba et al., 2015)	48
Figura 22 - Kit para prótese total maxilar e mandibular Dentca, incluindo moldeira maxilar, mandibular e régua mandibular (Baba et al., 2015).....	49
Figura 23 - Impressões definitivas, maxilar e mandibular.....	49
Figura 24 - Separação da porção posterior com lâmina cirúrgica número 11. Fonte: (Baba et al., 2015).....	50
Figura 25 - Colocação e ajuste do pino oclusal na moldeira inferior. Fonte: (Baba et al., 2015)	51
Figura 26 - Régua maxilar para medição do lábio superior. Fonte: (Baba et al., 2015).	51
Figura 27 - Impressões da maxila e mandíbula em correta RC com registo de mordida	52
Figura 28 - Próteses de prova estereolitográficas, maxilar e mandibular. Fonte: (Baba et al., 2015)	52
Figura 29 - Prótese total definitiva maxilar e mandibular. Fonte: (Baba et al., 2015) ...	53
Figura 30 - Próteses totais definitivas CAD/CAM Ceramill. Fonte: (Girrbach, 2017)..	55

Lista de Abreviaturas

ATI - prótese de prova avançada

BTI - prótese de prova totalmente em resina

CAD - design assistido por computador

CAM - manufatura assistida por computador

DMA - dispositivo de medição anatômica

DVO - dimensão vertical de oclusão

PMMA - polimetilmetacrilato

PT - prótese total

I. Introdução

O edentulismo é definido como a ausência de dentes naturais. O estado de doença oral, compreendido pela ausência de saúde oral devido a presença de doenças, entre elas a cárie dentária e a periodontite (mais frequentes), pode conduzir à perda de dentes, tendo como consequência final o edentulismo (Jeyapalan & Krishnan, 2015; Kailembo, Preet, & Williams, 2017). Quando um paciente se encontra neste quadro clínico, a sua capacidade mastigatória e nutricional é diminuída, tal como a sua autoestima e interação social, debilitando assim o seu estado de saúde geral e a sua qualidade de vida (Emami, Souza, Kabawat, & Feine, 2013).

A ingestão nutricional e a qualidade de vida são afetadas negativamente, de forma direta e imediata em pacientes que apresentam edentulismo (Walls & Steele, 2004).

A perda total de dentes tem sido um grave problema de saúde pública em países desenvolvidos, resultante do envelhecimento da população, e em países subdesenvolvidos, devido à dificuldade ao acesso de cuidados de saúde oral (Polzer, Schimmel, Müller, & Biffar, 2009).

Nos Estados Unidos da América cerca de 26% dos seniores apresentam edentulismo, 15 a 78% na Europa, 24% na Indonésia, 11% na China e 23% no Brasil (Paulino, Alves, Gurgel, & Calderon, 2015).

Em Portugal, segundo um estudo realizado em 2015 pela Ordem dos Médicos Dentistas, a percentagem de portugueses que apresentava ausência total de dentes situava-se em 7% (OMD, 2015). Tendo em vista que a população adulta (com mais de 15 anos) era constituída por cerca de 8,8 milhões nesse ano, recorrendo aos dados da Ordem dos Médicos Dentistas, é possível inferir a totalização de mais de 600 mil pessoas edentulas no país (INE, 2015; OMD, 2015).

O edentulismo pode ser classificado em parcial, verificando-se ausência de parte dos elementos dentários, ou total, quando ocorre ausência de todas as peças dentárias. Desta forma, a reabilitação protética a ser confeccionada para cada caso tomará a denominação de prótese parcial ou total, respetivamente (Jeyapalan & Krishnan, 2015).

Na medicina dentaria é a prostodontia que se ocupa da reabilitação protética com recurso à confecção de próteses dentárias. Nesta área são elaboradas próteses, parciais ou totais, podendo estas serem removíveis ou fixas. As próteses totais, devido à elevada prevalência de edentulismo demonstram-se uma componente importante da prostodontia, tanto no presente como no futuro (Schweiger, Güth, Edelhoff, & Stumbaum, 2016).

A reabilitação de pacientes com edentulismo, recorrendo a próteses totais removíveis, é o tratamento mais convencional em casos de restrições anatómicas, psicológicas ou ainda condições financeiras que contraindiquem terapêutica implantológica (Saponaro, Yilmaz, Heshmati, & Mcglumphy, 2016).

II. Desenvolvimento

1. Prótese Total Convencional

A prótese total tem como objetivo minimizar o impacto negativo causado pelo edentulismo ao nível da mastigação, fala, estética, componente psicológica (redução da autoestima), bem como nas relações interpessoais (Fouda, Al-Harbi, Khan, Virtanen, & Raustia, 2017).

A confecção de próteses totais pode ser realizada por meio de diferentes procedimentos. Independentemente da técnica escolhida para confeccionar a PT, o objetivo compreende a confecção de um elemento protético que apresente correta adaptação à mucosa oral, resultando numa boa retenção, estabilidade e suporte, verificando-se o mínimo de distorção possível (B. J. Goodacre, Goodacre, Baba, & Kattadiyil, 2016).

A confecção de uma prótese total segundo o método convencional deve seguir uma sequência geralmente composta por cinco consultas (Petrie, Walker, & Williams, 2005; Petropoulos & Rashedi, 2003).

Esta sequência consiste primeiramente na realização de impressões preliminares ou anatómicas, para obter modelos de estudo, de modo a confeccionar moldeiras individuais, que como o próprio nome indica, permitem uma melhor adaptação e subsequente reprodução das características anatómicas orais de cada paciente (Petrie et al., 2005; Petropoulos & Rashedi, 2003).

Na consulta seguinte, são então realizadas as impressões definitivas ou funcionais, utilizando as moldeiras individuais já fabricadas, de maneira a reproduzir todos os elementos morfológicos necessários à elaboração dos modelos de trabalho. Esta impressão pode ser realizada segundo uma técnica mucodinâmica (Petrie et al., 2005; Petropoulos & Rashedi, 2003).

Após a confecção dos modelos de trabalho, procede-se ao registo intermaxilar em blocos de mordidas, produzidos sobre estes modelos, e ao registo da posição da maxila em relação aos ossos da base do crânio, utilizando para tal um arco facial, para que com estes dados os modelos de trabalho sejam montados num articulador semi-ajustável (Petrie et al., 2005; Petropoulos & Rashedi, 2003).

O médico dentista deve realizar uma prova de dentes com o objetivo de verificar a correta relação oclusal intermaxilar, a estética e fonética. Caso se verifique a

necessidade de realizar grandes ajustes ou alterações, esta etapa pode ser repetida (Petrie et al., 2005; Petropoulos & Rashedi, 2003).

Por último, procede-se à colocação da prótese com a inserção da mesma em boca e averiguação de todos os parâmetros funcionais e estéticos. Caso haja necessidade de eventuais ajustes na base da prótese, está indicada a utilização de uma pasta de pressão como meio de auxílio de identificação da zona problemática. Se for necessário um ajuste oclusal ligeiro, este pode ser efetuado diretamente em boca. Com ligeiras variações, este método convencional tem sido aceite e ministrado na generalidade das escolas de medicina dentária (Petrie et al., 2005; Petropoulos & Rashedi, 2003).

2. CAD-CAM

2.1 Definição

O desenho de uma estrutura de forma digital e posterior confeção a partir de uma máquina de fresagem é designado por CAD/CAM (Joda & Brägger, 2016). Este acrónimo representa computed aided design (CAD – design assistido por computador) e computer aided manufacturing (CAM – manufatura assistida por computador), em que o software CAD define a geometria do objeto, enquanto o CAM programa diretamente o processo de fabrico, sendo que este último foi desenvolvido através da evolução da tecnologia CAD (Goodacre et al., 2012).

O processamento CAD/CAM inclui uma cadeia de processos que inclui a digitalização, o design e a fase de fresagem. Os dispositivos de digitalização convertem a forma obtida em boca em unidades tridimensionais de informação (voxel). O computador traduz esta informação para um mapa 3D, seguidamente o técnico realiza o design protético usando o computador através de softwares CAD. Desta forma, é então gerada a informação necessária para os dispositivos de fresagem realizarem o desgaste indicado de blocos pré-fabricados (Joda & Brägger, 2016).

Os sistemas CAD/CAM integram três componentes fundamentais: os sistemas de leitura da preparação dentária/mucosa oral, também designado de scanning, o software de desenho do elemento reabilitador (CAD) e os sistemas de fresagens das mesmas (CAM) (Yuzbasioglu, Kurt, Turunc, & Bilir, 2014).

2.2 Aplicações

Esta tecnologia começou a ser utilizada em 1960 pelas indústrias automóvel e aeroespacial, contudo só em 1983 foi produzida, por François Duret, a primeira restauração dentária. Mais tarde desenvolveu o sistema Sopha (Sopha Bioconcept, Inc, Los Angeles, CA) (Miyazaki, Hotta, Kunii, Kuriyama, & Tamaki, 2009).

A tecnologia CAD/CAM revolucionou as indústrias no momento em que permitiu a fusão entre a produção em massa e a personalização individual de uma forma rápida e com fluxos de trabalho rentáveis. A adaptação aos métodos digitais está a aumentar, conduzindo consequentemente ao sucesso em muitos tipos de indústrias, sendo que as mesmas que aceitarem o desafio da tecnologia digital serão indústrias que certamente irão crescer (Raney, Bergman, Torous, & Hasselberg, 2017)

Durante o século XX, quer os materiais dentários, quer o fabrico de dispositivos dentários evoluíram de forma notável, verificando-se que a produção de qualidade podia ser efetuada através da colaboração de médicos dentistas e técnicos (Miyazaki et al., 2009). No campo da medicina dentária, o sistema CAD/CAM é usado primariamente em restaurações de prótese fixa, nomeadamente inlays, onlays, facetas, coroas, pilares de implantes, próteses parciais fixas. A sua utilização estende-se ainda a próteses parciais removíveis, próteses totais, goteiras e até na especialidade de ortodontia (Li, Chow, & Matinlinna, 2014; Wismeijer, Mans, van Genuchten, & Reijers, 2014).

Durante a última década, a evolução tecnológica destes sistemas permitiu alternativas restauradoras para reabilitar deficiências dentárias, usando diferentes materiais como cerâmica, compósitos e blocos de metal, que antigamente o seu processamento estava limitado devido à complexidade tecnológica (Wismeijer et al., 2014).

Esta tecnologia surgiu com o intuito de produzir restaurações de um modo fácil, rápido e preciso com uma resistência adequada e esteticamente naturais. Em certos casos, permite ainda a resolução do tratamento numa única consulta (Li et al., 2014).

Goodacre et al. em 2012, publicou o primeiro caso clínico do conceito de próteses totais fresadas em CAD-CAM de polimetilmetacrilato pré-polimerizado, utilizando uma fresadora de cinco eixos e instrumentos de acabamento de precisão. Os dentes foram aderidos manualmente ao acrílico utilizando os espaços adaptados, convenientemente criados durante a fresagem da base protética (C. J. Goodacre et al., 2012).

Até 2015, a literatura apresenta publicações que descrevem as técnicas envolvidas no processo de fabrico das próteses totais com recurso a tecnologia de CAD-CAM, no entanto só a partir de então é possível encontrar estudos centrados na avaliação dos resultados clínicos dessas peças (Inokoshi, Kanazawa, & Minakuchi, 2012; Kanazawa, Inokoshi, Minakuchi, & Ohbayashi, 2011; Katase, Kanazawa, Inokoshi, & Minakuchi, 2013; Sun, Lü, & Wang, 2009; Zhang, Jiang, Liang, & Hu, 2011).

Kattadiyil et al. em 2015, descreveram dois sistemas comumente utilizados para confeção de próteses dentárias em CAD-CAM, podendo o médico dentista optar pela AvaDent Digital Denture (Global Dental Science, LLC [GDS]) ou pela Dentca (Dentca, Inc).

Baba em 2016, apresentou uma descrição mais detalhada dos sistemas de CAD-CAM comumente utilizados na confeção de próteses totais, superior e inferior, incluindo o passo-a-passo por consulta de cada um dos sistemas (Baba, 2016).

Atualmente, o fabrico de próteses em CAD-CAM está facilmente acessível aos clínicos por quatro fabricantes: Avadent, Dentca, Weiland digital denture e Ceramill full denture system (Baba, 2016).

2.3 Classificação geral dos sistemas de CAD/CAM

Os sistemas de CAD/CAM são classificados em sistemas de laboratório ou sistemas de cadeira. O sistema de laboratório é dividido em CAD/CAM, em que o fabricante comercializa tanto o scanner como a máquina de fresagem (por ex. Amann Girbach, 3M ESPE, Sirona Dental Systems, Zirkon Zahn, Weiland Dental, Pou-Yuen and U-Best Dental, Planmeca, KaVo Dental, Dentsply Prosthetics); em CAD, com a empresa a apresentar apenas o scanner (por ex. True Definition Scanner, 3M ESPE; iTero, Align Technology, Inc; Trios, 3Shape; Apollo DI, Sirona; CS 3500, Carestream Dental LLC); e por último, CAM em que a marca comercializa unicamente a máquina fresadora (por ex. DWX-50, Roland DGA Corporation; inLab MC XL, Sirona; M5, Zirkonzahn; Tizian Cut 5 Smart, Schutz Dental; S2 Model, vhf camfacture AG; Ceramill Motion 2, Amann Girbach) (Alghazzawi, 2016).

A tecnologia CAD/CAM pode também ser classificada em sistemas abertos ou fechados, dependendo da forma de partilha dos registos obtidos. Os sistemas fechados oferecem todos os procedimentos de CAD/CAM, incluindo o scan, o design virtual e a manufatura/fresagem dentro da marca. No entanto, com todos os passos integrados no

mesmo sistema, este não permite qualquer intercâmbio com outros sistemas de diferentes companhias. Os sistemas abertos permitem a adoção tanto de dados digitais CAD como de equipamentos CAM de diferentes marcas comerciais, sendo possível realizar um scan e enviar para o laboratório, sem depender da marca do scanner, ou realizar a fresagem sem que o scan tenha sido realizado com um scanner de marca diferente da fresadora (Alghazzawi, 2016).

O sistema em laboratório de CAD, deve em todas as circunstâncias ser um sistema aberto para permitir receber os dados de diferentes clínicas com diferentes sistemas de aquisição de informação. Os dados devem ser armazenados em formato de ficheiro STL (STereoLitografia ou Standard Tessellation Language) (Alghazzawi, 2016).

2.4 Vantagens

Como vantagens da prótese total digital em comparação com a prótese total confeccionada com o método convencional podem ser referidas as seguintes vantagens: diminuição do número de consultas necessárias até à entrega da prótese (constituindo ainda uma maior vantagem aquando a reabilitação de pacientes idosos ou com tempos de deslocação longos até ao consultório); redução da duração do tempo de tratamento, reduzindo a sobrecarga e fadiga do médico dentista e aumentando o lucro obtido; redução dos custos sem comprometer a qualidade dos serviços de prestação de saúde; inexistência de contração de polimerização, resultando num aumento da adaptação da base protética ao rebordo alveolar; facilidade em realizar consertos protéticos, substituição de fratura severa ou ainda, perda da prótese, recorrendo aos dados armazenados digitalmente; redução do tempo de adaptação do paciente aquando a substituição de uma prótese total (Baba, 2016; Kattadiyil, Jekki, Goodacre, & Baba, 2015).

O sistema de desenho e confecção de próteses totais utilizando os sistemas de CAD/CAM tem como vantagens a eliminação de múltiplas consultas de prova (necessárias comparando com o método tradicional), redução de tempo de consulta pela agilidade e simplicidade da tecnologia utilizada, melhor comunicação com o técnico de prótese, nomeadamente referente ao design, e aumenta a habilidade de produção individualizada de todo o arranjo dentário, conduzindo desta forma a um custo do elemento protético inferior perante os benefícios oferecidos (Hassan, Gimenez Gonzalez, Tahmaseb, Greven, & Wismeijer, 2017).

Próteses totais fabricadas em CAD-CAM são uma opção terapêutica possível para pacientes cuidadosamente selecionados e, caso o protocolo de 2 visitas seja bem-sucedido, pesando os benefícios *versus* os custos, poderá ser uma técnica rentável. Devido à curva de aprendizagem necessária, devem ser escolhidos casos clínicos mais favoráveis até que se atinga um nível de domínio da técnica elevado que permita realizar a generalidade dos casos em CAD/CAM (Saponaro et al., 2016).

Com os scanners intraorais, um maior conforto é proporcionado ao médico dentista, pela comodidade do procedimento, e para o próprio paciente, uma vez que como são não utilizados materiais de impressão, os seus sabores não estão presentes, as impressões digitais são potencialmente mais rápidas e as sensações de vômito são eliminadas (Kattadiyil & AlHelal, 2017; Li, Chow, & Matinlinna, 2014).

As impressões necessárias à confeção da prótese total, o registo intermaxilar, orientação do plano oclusal, indicações para a seleção dos dentes, escolha da cor desejada e a posição dos dentes anteriores, podem ser obtidos e realizados numa única visita do paciente à clínica, poupando desta forma bastante tempo e recursos por parte, tanto do paciente, como do médico dentista (Han et al., 2017).

Todos os dados recolhidos do paciente, as imagens e digitalizações obtidas, bem como, os registos intermaxilares, morfologias dentárias e relações oclusais definidas podem ser gravados e guardados. Desta forma, caso se verifique a necessidade de confeção de uma nova prótese, se o paciente perder a prótese ou haja a intenção de confeccionar um modelo cirúrgico (ex. reabilitação fixa sobre implantes), basta utilizar os dados armazenados e realizar a fresagem no elemento CAM sem necessitar de repetir todo o processo (Baba, 2016).

O tempo despendido com os procedimentos laboratoriais é drasticamente menor ou até eliminado, permitindo ao técnico de prótese garantir reprodutibilidade, eficiência e precisão dos elementos protéticos (Baba, 2016; Ramsey & Ritter, 2012).

Diversas pesquisas independentes indicam que a resina acrílica pré-polimerizada contem menos quantidade de monómero residual e demonstra melhor adaptação, resistência e maior hidrofobicidade que a resina acrílica produzida de forma convencional (Baba, 2016). Ainda assim, a libertação de monómero residual das próteses fresadas pelos sistemas de CAD/CAM, comparada com as próteses convencionais, não é significativamente inferior. A generalidade dos sistemas de CAD/CAM para prótese total procede à adesão dos dentes à base da prótese, utilizando para tal adesivo com

metacrilato, podendo este facto ser uma hipótese para a libertação semelhante de monómero residual entre as próteses (Steinmassl et al., 2017)

A resina acrílica pré-polimerizada, utilizada na confeção das próteses em CAD/CAM, reduz a probabilidade da ocorrência de infeções, tendo em vista a menor aderência de microrganismos (por ex., *C.albicans*) à prótese (Baba, 2016).

	VANTAGENS DA TECNOLOGIA CAD/CAM
IMPRESSÕES DIGITAIS	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminação do tempo despendido na escolha de moldeiras, inserção e toma de presa dos materiais de impressão, desinfecção e envio para o laboratório. - Diminuição de custos pela ausência de utilização de moldeiras, material de impressão e de necessidade de envio para o laboratório. - Os dados processados podem ser armazenados e utilizados para posteriores follow-ups durante o período funcional do dispositivo. - Eliminação de diversos problemas associados ao uso de materiais de impressão convencionais, incluindo as propriedades dos materiais, posição inadequada dos tecidos moles, seleção inadequada das moldeiras, potencial distorção da impressão antes do vazamento a gesso, bolhas, rasgões, distorção durante a realização da impressão, perda de precisão pela incorreta inserção da moldeira, adesão insuficiente entre materiais de dupla impressão, alteração dimensional do material de impressão no tempo decorrente entre a realização da impressão e a confeção do modelo de trabalho. - Aumento do conforto do paciente uma vez que a impressão digital é muito mais rápida e dispensa o uso de moldeiras (eliminação do reflexo de vômito). - Permite digitalizar uma imagem e visualizá-la num ecrã de computador permitindo ao Médico Dentista rever o preparo dentário (distância interoclusal, margens incompletas e redução axial) e a realização imediata de ajustes e/ou repetir a impressão, caso seja necessário, antes de enviar para a fresadora ou laboratório. - Melhor adaptação marginal comparativamente a métodos convencionais, e maior precisão relativamente ao Cone-beam computed tomography (CBCT).
MODELOS DIGITAIS	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminação da contração de polimerização, desinfecção da impressão, mistura a vácuo, vazamento da impressão, espera pela toma de presa do gesso, expansão do gesso, e do tempo despendido para o vazamento da base do modelo e colocação de pinos no modelo. - Os modelos são desenvolvidos de forma precisa através da eliminação digital de possíveis pigmentações e da diminuição das imperfeições associadas ao acabamento manual. - A restauração definitiva é especificamente processada no laboratório através de prescrição eletrónica. - O técnico de prótese não pode alterar as margens como acontece no modelo de gesso - Dispensa a confeção de um modelo físico.
ARCOS FACIAIS E ARTICULADORES VIRTUAIS	<ul style="list-style-type: none"> - Redução do desconforto induzido pelo arco facial físico. - Diminuição do tempo de trabalho relativamente à utilização do arco facial físico. - Dispensa do registo intermaxilar oclusal, sendo este substituído por scan intraoral em relação cêntrica proporcionando maior precisão na oclusão das arcadas superior e inferior. Deste modo, são excluídas as variáveis associadas ao material utilizado no registo, corte do modelo de gesso, posicionamento do registo e deformação pós-operativa. - Eliminação de potenciais problemas e erros associados ao articulador mecânico tais como (a) montagem e espera pela toma de presa dos modelos, que por sua vez são considerados processos demorados, (b) limpeza do articulador e dos modelos (c) erros de encaixe dos modelos que podem prejudicar o ajuste oclusal. - Simulação de um articular totalmente ajustável.

Tabela 1 - Resumo das principais vantagens da tecnologia CAD/CAM. Adaptado de: (Alghazzawi, 2016)

2.5 Desvantagens

Próteses Totais estabelecidas em oclusão balanceada são difíceis de conseguir utilizando os softwares de design digital, sendo necessário, por vezes, proceder à remontagem clínica para alcançar o equilíbrio oclusal dos dentes da prótese (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).

Na maioria dos casos de recurso aos sistemas de CAD-CAM para a confecção de próteses totais, o conhecimento necessário e a perícia para atingir os resultados propostos pelos fabricantes e desejados pelos clínicos só são conseguidos com experiência com o sistema escolhido pelo médico dentista. Até atingir a aptidão de conforto para com o sistema em uso, podem acontecer casos de deceção e insucesso (Baba et al., 2015).

Optando por não realizar a consulta de prova antes da entrega da prótese total finalizada, poderá dar-se o caso de desperdiçar a oportunidade de avaliar a estética, a fonética e a performance e proceder aos ajustes necessários que corrijam os problemas para não se perpetuarem na prótese final (Baba et al., 2015).

O recurso aos sistemas de CAD/CAM podem verificar-se como pouco atrativos para clínicos com muita experiência nos métodos tradicionais, seja pela dificuldade da curva de aprendizagem necessária inerente a qualquer nova técnica, seja pela eventual menor destreza com novas tecnologias de médicos dentistas de idade mais avançada (Yilmaz, Azak, Alp, & Ekşi, 2017).

2.6 Impressão para CAD/CAM

2.6.1 Impressão Digital

Tudo começa com uma boa impressão. Obter uma impressão, através das técnicas convencionais, pode ser desafiante. A inconsistência das impressões convencionais, aliado a uma má preparação do material de impressão, leva muitas das vezes à necessidade de repetições, resultados clínicos e estéticos inferiores e aumenta a necessidade de ajustes em boca (Christensen, 2009; Yuzbasioglu, Kurt, Turunc, & Bilir, 2014).

Com a impressão digital o paciente passa menos tempo na cadeira, o clínico elimina o tempo perdido na preparação do material, bem como, os custos que advêm dos mesmos. Quanto à infeção cruzada, esta é evitada se o clínico tomar todas as precauções,

para além do scanner possuir uma tampa protetora removível com possibilidade de ser autoclavável. Muitos dos sistemas de scanners intraorais permitem que durante toda a impressão o clínico não necessite de carregar em qualquer tecla do ecrã (Han et al., 2017; Steinmassl et al., 2017).

2.6.2 Scanners de CAD

As câmaras intraorais são scanners óticos e podem ser separadas em dois grupos conforme a tabela 1: (1) câmaras de imagem única que captam imagens individuais. A iTero (Align Technology), PlanScan (Planmeca), CS 3500 (Carestream Dental LLC), e a Trios (3 shape), são exemplos de câmaras de deteção individual. Para capturar grandes áreas, uma série contínua de imagens individuais é registada de forma a que o programa de software possa converter essas imagens num modelo tridimensional virtual. A câmara é posicionada em diferentes ângulos para garantir a precisão da captação dos dados e obter uma imagem completa, caso contrário, ficariam em falta diversas vistas se fossem apenas efetuadas capturas oclusais. Se algum detalhe ficar menos preciso ou em falta, o software tentará reproduzi-lo no modo virtual; e (2) câmaras de filmar, como é o caso do True Definition scanner (3M), Apollo DI (Sirona) e OmniCam (Sirona). A tabela 1 resume as diferenças apresentadas pelos diferentes sistemas intraorais (Alghazzawi, 2016).

Comparação dos diferentes sistemas intraorais									
	Sistema aberto/ fechado	Correspondência de Cor	Portátil	Tipo de CAD/CAM	Aquisição de imagem	Necessidade de pó	Imagem a cores	Tipo de imagem	Análise ortodôntica
CEREC Omnicom (Sirona)	Fechado	Não	Não	Imagem Digital e confeção em consultório	Luz Branca	Não	Sim	Vídeo	Não
PlanScan (Planmeca)	Aberto	Não	Sim	Imagem Digital e confeção em consultório	Laser Azul	Não	Não	Vídeo	Não
Trios Color (3 shape)	Aberto	Sim	Sim	Unidade de aquisição de imagem	LED Azul	Não	Sim	Fotografia (múltiplas imagens)	Sim
iTero (Align Technology)	Aberto	Não	Não	Unidade de aquisição de imagem	Laser Vermelho	Não	Sim	Fotografia (múltiplas imagens) e vídeo	Sim

Comparação dos diferentes sistemas intraorais									
True Definition Scanner (3M ESPE)	Aberto	Não	Não	Unidade de aquisição de imagem	LED Azul	Sim	Não	Vídeo	Sim
CS 3500 (Carestream Dental LLC)	Aberto	Não	Sim	Unidade de aquisição de imagem	LED Branco	Não	Sim	Fotografia (múltiplas imagens)	Não
Apollo DI (Sirona)	Fechado	Não	Não	Unidade de aquisição de imagem	NA*	Sim	Não	Vídeo	Não
*NA= informação indisponível									

Tabela 2 Comparação dos diferentes sistemas intraorais. Todas as câmeras dos sistemas têm capacidade de scanear intraoralmente toda a arcada dentária e também de implantes, com exceção do sistema PlanScan. Fonte: (Alghazzawi, 2016)

É de salientar que os sistemas que incluem apenas a componente CAD de scanner intraoral, necessitam de estar conectados a um laboratório aberto que realize o design e fresagem (Alghazzawi, 2016).

2.6.3 Scanners de Laboratório

Todos os scanners 3D são construídos seguindo os mesmos princípios básicos. Possuem uma fonte de luz, uma ou mais câmaras e um sistema de movimento que suporta vários eixos para o posicionamento do objeto a ser digitalizado, em direção à fonte de luz e às câmaras (Yuzbasioglu, Kurt, Turunc, & Bilir, 2014).

A fonte de luz projeta linhas bem definidas sobre a superfície do objeto e as câmaras obtêm imagens a partir dessas mesmas linhas de luz. Baseando-se em ângulos e distâncias conhecidas entre as câmaras e a fonte de luz, conjuntamente chamados de cabeça de leitura, as posições tridimensionais onde a luz projetada é refletida pode ser calculada usando trigonometria. O princípio desta medida é conhecido como “triangulação”. De salientar que a existência de duas câmaras pode aumentar a velocidade de digitalização, precisão e a área de cobertura do objeto (Yuzbasioglu et al., 2014).

Todos os scanners possuem um programa predefinido de movimento que orienta a cabeça de leitura em diversas posições necessárias para capturar todas as superfícies do objeto. Muitos scanners 3D possuem mecanismos de movimento de alta qualidade, onde todas as vistas 3D são diretamente transformadas num sistema de coordenadas comum e posteriormente anexadas umas às outras (Han et al., 2017).

A velocidade de leitura é um parâmetro importante quando escolhemos um scanner, uma vez que esta é um fator essencial na produtividade em geral. Os tempos de leitura podem variar entre 30 segundos até vários minutos para a mesma matriz de base. Para além da precisão e velocidade de leitura, existem outras diferenças importantes entre os scanners 3D que os laboratórios devem ter em consideração, entre elas, o número de indicações que o scanner suporta, como por exemplo, pontes, pilares personalizados, barras de implantes precisas e próteses parciais removíveis. Muitos dos scanners apenas possuem indicações básicas limitando o laboratório, tornando-se um investimento fraco a longo prazo (Hollenbeck et al., 2012).

Os principais scanners de laboratório atualmente são distinguidos entre scanners de luz branca ou scanners de laser. No que diz respeito aos scanners de luz branca estes apresentam-nos imagens menos nítidas, isto porque a luz branca é uma combinação de todas as cores, contudo nem todas poderão estar em foco perfeito. Este fenómeno é chamado de aberração cromática. Este efeito pode ser reduzido através de um desenho cuidadoso na montagem de um sistema de lentes do scanner, contudo nunca desaparecerá por completo. Já os scanners por laser, por sua vez, são fontes de luz de cor única e não sofrem este fenómeno. Atualmente é possível identificar alguns fatores que permitem a obtenção de uma precisão ideal, sendo estes: softwares de algoritmos de processamento de imagem, câmaras de alta resolução e sistemas de movimento mecânico bem concebidos (Logozzo, Zanetti, Franceschini, Kilpelä, & Mäkynen, 2014).

Alghazzawi em 2016, resume a classificação dos scanners de laboratório agrupando-os em: (1) scanners óticos que usam a projeção de uma grade de luz de medição em estruturas dentárias sob um ângulo definido, causando um deslocamento de fase dependente da profundidade, que a câmara regista no sensor digital. O computador calcula os dados 3D da estrutura dentária a partir da imagem da grade de medição modulada em profundidade; e (2) scanners mecânicos (por exemplo, o Procera Scanner da Nobel Biocare), em que o dispositivo é capaz de ler um modelo de trabalho mecanicamente linha a linha por meio de uma bola de rubi para obter medições em 3D.

3. Biomateriais

3.1 Materiais de impressão

O sucesso de uma reabilitação removível, nomeadamente aplicada à prótese total removível, assenta em diversos fatores, tais como, dimensão dos detalhes, elevada

reprodução com precisão e fidelidade dos modelos de trabalho, utilizados pelo laboratório de prótese, à boca do paciente (German, Carrick, & McCabe, 2008).

Para atingir o sucesso desejado é imprescindível conseguir o modelo de trabalho ideal, onde será confeccionada a prótese, sendo necessário para tal fazer a correta impressão do rebordo ósseo e afins. A função de uma impressão é produzir um molde “negativo” dimensionalmente estável para a confecção do modelo de trabalho. Para realizar impressões, podem ser encontrados diversos materiais para uso na cavidade oral. O material selecionado deve reproduzir as estruturas orais com precisão para ser confeccionado um modelo ótimo (Rubel, 2007).

Um material de impressão ideal deve apresentar determinadas características, tanto no seu desempenho clínico como laboratorial. Para a utilização por parte do médico dentista no paciente, este material deve ser estável em termos dimensionais, ter capacidade de reproduzir com precisão, demonstrando ótimas propriedades mecânicas (ótimo módulo de Young, coeficiente de expansão térmica e resistência ao escoamento) que permitam uma adequada recuperação elástica e resistir à fratura/rutura. É de elevada relevância o tempo de trabalho razoável e a biocompatibilidade do material, devendo ser naturalmente hipoalérgico e ser minimamente tóxico, apresentando-se como material de impressão hidrofílico. Por último, um material de impressão de referência não deve ser afetado em termos dimensionais pelo processo de desinfecção e é recomendada a sua aquisição com um custo razoável (Anusavice, 2003; Craig & Powers, 2002; C. J. Goodacre et al., 2012; Hamalian, Nasr, & Chidiac, 2011; Mandikos, 1998; Panichuttra, Jones, Goodacre, Munoz, & Moore, 1991).

A realização de uma impressão aceitável que reproduza corretamente a cavidade oral depende de fatores intrínsecos, dependendo do material de impressão selecionado e de fatores extrínsecos, variando o ambiente oral (sangue, saliva e a humidade). A aptidão e experiência do médico dentista, bem como a capacidade de vazamento a gesso de forma célere após o término da captação da impressão, são fatores determinantes no resultado final (Hamalian et al., 2011).

Um material de impressão ideal é ainda difícil de encontrar. Esta complexidade deve-se ao facto de cada propriedade física ser por sua vez influenciada por outra ou verificar-se a sua alteração devido a um fator ambiental (Hamalian et al., 2011).

Recentemente, os médicos dentistas tendem para o uso de polivinilsiloxano e poliéter como materiais de impressão, quer pelas suas ótimas capacidades mecânicas, quer

físicas (Anusavice, 2003; Craig & Powers, 2002; Mandikos, 1998; Williams, Jackson, & Bergman, 1984).

A família dos poliéteres está presente no mercado desde a década de 60 do passado século. A sua base é composta por uma pasta contendo longas cadeias de copolímeros de poliéter alternando com átomos de oxigénio, grupos de metileno e grupos terminais reativos. As terminações das cadeias desta macromolécula são convertidas em anéis reativos, sendo transformados em produtos finais de ligações cruzadas. Este processo acontece com a influência de um iniciador catiónico da pasta catalítica. O anel reativo de poliéter é atacado e aberto pelo catalisador catiónico, criando uma reação em cadeia. Quando o anel é aberto, o iniciador catiónico permanece ligado ao anel anterior, provocando o alongamento da cadeia. Este mecanismo único resulta de um comportamento de rápida mudança que permite a transição do tempo de trabalho para a presa total do material de impressão (Craig & Powers, 2002).

Esta mudança instantânea constitui uma vantagem deste material, visto que previne que este inicie a presa antes de concluído o tempo de trabalho. Terminado o tempo de trabalho, a presa do material ocorre de forma imediata (Adabo, Zanarotti, Fonseca, & Cruz, 1999; Craig & Powers, 2002).

Os poliéteres são moderadamente hidrofílicos e podem produzir impressões de elevado detalhe na presença de alguma saliva ou sangue, contudo requer uma mistura a seco para se obter uma preparação aceitável. A sua capacidade de reprodução de detalhes é excelente, são dimensionalmente estáveis e permitem um vazamento múltiplo de modelos durante uma a duas semanas. Estes materiais são rígidos e demonstram maior dificuldade de manuseamento do que os materiais com polivinilsiloxano (Craig & Powers, 2002; Giordano, 2000).

Devido à sua elevada resistência, permitem a obtenção de bom detalhe subgingival sem que o material frature aquando da remoção. As impressões realizadas com poliéter devem seguir o protocolo de desinfecção, a fim de não ocorrer expansão dimensional, devendo ser expostas a hipoclorito de sódio durante dez minutos, seguido de lavagem e secagem imediata antes do seu vazamento (Cottone & Molinari, 1991). É de referir que esta família de materiais apresenta quatro a cinco minutos de tempo de trabalho e a utilização de luvas de latex não produz qualquer alteração ou contaminação (Hamalian et al., 2011).

A família de materiais de impressão de polivinilsiloxano é também conhecida por silicones de adição. Em oposição aos silicones de condensação que apresentam contração

de polimerização devido à evaporação de subprodutos, os polivinilsiloxanos permanecem dimensionalmente estáveis. A reação envolve a ligação da base, vinilsiloxano, com catalisador de platina, hidrogénio e siloxano (Craig & Powers, 2002; Derrien & Menn, 1995).

Este material de impressão apresenta maior capacidade de reprodução de detalhes e recuperação elástica perante os outros materiais disponíveis (Donovan & Chee, 2004; Michalakis, Bakopoulou, Hirayama, Garefis, & Garefis, 2007).

No mercado a variabilidade de viscosidades é elevada, sendo apresentado na forma de muito baixa a muito alta. A viscosidade depende da quantidade de sílica presente, verificando-se uma razão de proporcionalidade direta entre a quantidade de sílica e a viscosidade. A desvantagem apresentada por este material prende-se com a suscetibilidade de contaminação de latex ou diques de borracha, produzindo compostos sulfatados (Noonan, Goldfogel, & Lambert, 1985). Pequenas quantidades destes resíduos interferem com a ação catalítica do ácido cloroplantínico, podendo conduzir a alterações da camada mais superficial do material, criando-se assim distorção (Anusavice, 2003).

Na verdade, qualquer contato ocorrido entre polivinilsiloxano não polimerizado com latex resulta na inibição direta da polimerização do material. Para impedir esta reação, a mistura deste material não pode ser realizada utilizando luvas de latex. As mãos do médico dentista, caso tenham sido utilizadas este tipo de luvas, devem ser desengorduradas previamente à utilização (Donovan & Chee, 2004; Neissen, Strassler, Levinson, Wood, & Greenbaum, 1986; Noonan, Goldfogel, & Lambert, 1985; Reitz & Clark, 1988).

Outra fonte de contaminação é a camada de radicais livres de oxigénio, formada logo após a polimerização de resinas compostas (Donovan & Chee, 2004). Para remover contaminantes, a cavidade oral pode ser limpa com clorohexidina a 2% (Craig & Powers, 2002).

O polivinilsiloxano apresenta-se como o material de impressão com melhor recuperação elástica (de cerca de 99%), excelente capacidade de reprodução de detalhes, estabilidade dimensional, permitindo também vazamento múltiplo para a confecção dos modelos durante várias semanas (Anusavice, 2003; Donovan & Chee, 2004; Lacy, Fukui, Bellman, & Jendresen, 1981; Rubel, 2007). O tempo de trabalho desta família de materiais situa-se entre quatro a cinco minutos (Hamalian et al., 2011).

3.2 Biomateriais poliméricos

Polimetilmetacrilato (PMMA) foi o último dos materiais a ser desenvolvido entre as décadas de 30 do século XX. Uma década depois, entre 90 a 95% de todas as próteses dentárias fabricadas continham PMMA. Apesar de todas as melhorias conseguidas das propriedades físicas que este material apresenta, a sua contração volumétrica, a presença de monómeros de metil metacrilato residuais que demonstram toxicidade para a mucosa oral, a porosidade e aderência de *Cândida albicans* na resina acrílica, além da necessidade de marcação de cinco consultas para confeccionar o elemento protético com PMMA, segundo um protocolo convencional com este material, continuam a ser desvantagens apontadas a este material. Todas estas características, têm levado diversos médicos dentistas generalistas a abandonar o tratamento de pacientes desdentados totais, procedendo ao encaminhamento destes (Berdicevsky, Ben-Aryeh, Szargel, & Gutman, 1980).

4. Resina acrílica utilizada na confeção de próteses totais em CAD-CAM

A técnica de litografia a laser 3D foi publicada pela primeira vez num estudo laboratorial que investigou o uso do sistema assistido por computador para projetar e fabricar próteses totais. A litografia a laser foi utilizada para fabricar um esqueleto de plástico da prótese, para permitir a realização uma consulta de try-in, e uma base de registo de resina fotopolimerizável. Os dentes da prótese foram fabricados com recurso a material de resina composta, nanoparticulada e micro-híbrida, de cor semelhante a dentes naturais e aderidos à base com resina composta autopolimerizável (Maeda, Minoura, Tsutsumi, Okada, & Nokubi, 1994; van Noort, 2012).

A base da prótese confeccionada em CAD/CAM é fresada a partir de um bloco/disco de polimetilmetacrilato, incluindo as locas onde serão aderidos os dentes da prótese total definitiva, sendo este material distinto pela sua capacidade de resistência a impactos. Isto aumenta a resistência à fratura e aumenta a longevidade do elemento protético para o paciente (Ivoclar, 2017).

O processo de manufatura assistido por computador garante uma qualidade de material homogênea. Não se verifica a formação de porosidades ou bolhas de ar no material, o que garante uma base da prótese de alta qualidade e resistência. Este método

de confecção da base da prótese é seguido pelos quatro grandes sistemas de produção de próteses totais com recurso a métodos CAD/CAM (Baba, 2016; Ivoclar, 2017).

5. Confeção de Prótese Total em CAD-CAM

5.1 Impressões para CAD/CAM

O objetivo primordial na execução de uma impressão definitiva para CAD/CAM (Fig.1) compreende obter uma impressão que capture o rebordo alveolar com a sua extensão até ao fundo do vestibulo, enquanto regista o tecido mole funcional das superfícies faciais que estará em contacto com a prótese total à exceção da sua base. Adicionalmente, as impressões devem reproduzir as posições musculares e fonéticas suscetíveis à colocação dos dentes da prótese (C. J. Goodacre et al., 2012).

As impressões definitivas CAD/CAM podem ser realizadas recorrendo a moldeiras individuais ou moldeiras standard, desde que as mesmas sejam moldáveis à morfologia intraoral do paciente e apresentem limites adequados (C. J. Goodacre et al., 2012).

A utilização de moldeiras standard termoplásticas (Vident, Brea, Calif), especialmente desenvolvidas para pacientes edêntulos podem também ser uma opção viável, bastando para tal serem aquecidas a 80°C durante um minuto, adaptando-se facilmente com a colocação intraoral (C. J. Goodacre et al., 2012).

Após a seleção da moldeira, o registo dos limites protéticos é iniciado. Está aconselhada a utilização, como material de impressão, um polivinilsiloxano de média ou alta viscosidade, tendo em vista a sua elevada estabilidade dimensional que permite a reposição da moldeira múltiplas vezes sem que o material de impressão apresente deformação. De seguida, é utilizado material de impressão polivinilsiloxano de baixa viscosidade para completar a impressão (C. J. Goodacre et al., 2012).



Figura 1 – Impressões definitivas da maxila e mandíbula

5.2 Registo Inter-maxilar

Estabelecer um contato oclusal apropriado é um critério essencial para o sucesso em reabilitação oral, uma vez que a sua localização e intensidade são determinantes para a estabilidade das próteses totais (Fasbinder & Poticny, 2010).

Para reabilitar um paciente com os contatos oclusais equilibrados é necessário proceder a um registo intermaxilar correto e medir a dimensão vertical de oclusão (DVO) favorável para o paciente (B. J. Goodacre, Goodacre, Baba, & Kattadiyil, 2016).

A DVO é definida como a distância entre dois pontos selecionados (geralmente um na ponta nariz e outro na base do mento ou bordo inferior do queixo) medida em máxima intercuspidação dentária (Alhajj, Khalifa, Abduo, Amran, & Ismail, 2017). Para os desdentados totais existe a necessidade de medir a dimensão vertical de repouso, que após ser subtraída a distância interoclusal de 2 a 4 milímetros, irá equivaler à DVO. Assim, define-se a dimensão vertical de repouso como a posição mandibular assumida quando a cabeça está em posição vertical e os músculos envolvidos, em particular os grupos elevador e depressor estão em equilíbrio em contração tônica e os côndilos estão em posição neutra (Alhajj et al., 2017). Para facilitar o registo desta dimensão está indicada a utilização de instrumentos de medida como o compasso de Willis. O método mais popular para realizar este registo compreende a medição da distância da ponta do nariz à base do mento, pedindo ao paciente para dizer o som “M” sem contrair os lábios (Alhajj, Khalifa, Abduo, Amran, & Ismail, 2017; Ferro, 2005; van Mens & de Vries, 1984).

Cada sistema de CAD/CAM apresenta métodos diretos que permitem medir e registar a DVO de forma simples e eficaz (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).

Após determinar a DVO, procede-se ao registo intermaxilar em relação cêntrica. Esta relação é definida como a posição mais posterior e superior da mandíbula perante a maxila com uma dimensão vertical estabelecida que seja reprodutível e possível de ser registada (Honorato Villa, 1959). Para capturar esta relação, pede-se ao paciente para executar movimentos de protrusão, retrusão e lateralidade, com o objetivo de formar um arco gótico (desenho em forma de seta com sentido antero-posterior). O ponto do arco gótico em que a mandíbula se encontre na sua posição mais superior e posterior em relação à maxila (ponta da seta), em correta dimensão vertical de oclusão, será o ponto de relação cêntrica. (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015; Honorato Villa, 1959)

5.2.1 Scan facial

A tecnologia de scanning facial consiste num sistema de câmara capaz de capturar a geometria 3D da face e sobrepor uma fotografia realista da textura de pele recorrendo unicamente a uma exposição, permitindo desta forma a captura precisa dos tecidos moles extraorais em 3D (Kau et al., 2005).

Hassan et al. em 2017), descreveram a utilização de um scanner facial obtendo três digitalizações da face com o paciente sentado. O primeiro scan é realizado com a posição da cabeça tendo o plano de Frankfurt paralelo ao chão com os lábios em contacto ligeiro (Fig. 2A). No segundo scan facial é pedido ao paciente que realize um sorriso exagerado, permitindo assim estabelecer o nível da linha do lábio superior (Fig. 2B). Por último, realiza-se a captura das arcadas dentárias e dos dentes anteriores com o auxílio de afastadores das bochechas (Fig. 2C).

Estas três imagens digitais formam referências que serão seguidamente conjugadas com as capturas dos scanners intraorais (duplicação da arcada superior, arcada inferior e o registo oclusal) (Hassan et al., 2017).



Figura 2 - A, Scan facial em repouso; B, Scan facial em sorriso máximo; C, Scan facial com afastadores das bochechas para exposição dos dentes anteriores. Fonte: (Hassan, Gimenez Gonzalez, Tahmaseb, Greven, & Wismeijer, 2017)

As imagens digitais da face são transferidas para um software com capacidade de criação de uma visualização tridimensional da arquitetura dentária (Fig. 3). Os parâmetros protéticos desta visualização digital em CAD incluem a forma dos dentes e gengiva, dimensão vertical de oclusão e compensação das curvas de Spee e Wilson. O scan facial é usado para definir o plano interpupilar e a linha média, bem como examinar o arranjo dentário e o corredor bucal, sem descorar a linha do sorriso do paciente (Hassan et al., 2017).

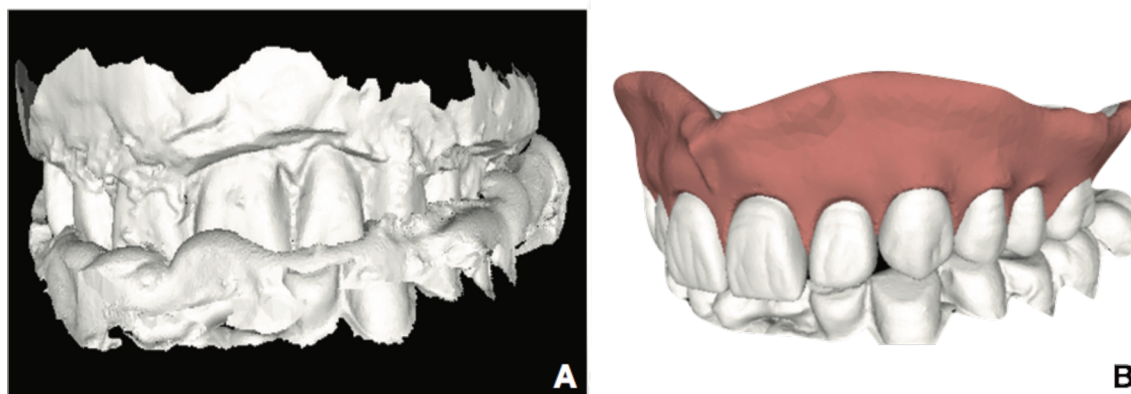


Figura 3 – A, Modelo tridimensional da duplicação de uma prótese com material de registo oclusal; B Arranjo dentário virtual em correta relação oclusal. Fonte: (Hassan et al., 2017).

Integrando uma fase de avaliação clínica virtual, recorrendo a um scanner facial, é possível realizar ajustes instantâneos na posição e morfologia dentária com a percepção imediata do impacto das alterações realizadas na aparência facial do paciente. Estes procedimentos requerem considerável tempo de trabalho, dedicação e custo se forem elaborados segundo o método convencional. Além disto, utilizando o método digital a comunicação entre os clínicos e os técnicos de prótese é facilitada, permitindo discutir com mais eficiência o design da prótese dentária.

Em medicina dentária, a utilização de fotografias para meio de comunicação entre o médico dentista e o técnico de prótese é bastante usual. Como a fotografia é um elemento de avaliação apenas em 2D, o técnico de prótese beneficia largamente com o acesso a uma avaliação clínica virtual do paciente (scan facial), pois permite uma visualização em 3D do mesmo. Com esta tecnologia, a comunicação entre o paciente-médico dentista-técnico de prótese torna-se mais eficiente (Hassan et al., 2017).

No entanto, este fluxo de trabalho digital tem várias desvantagens. Em primeiro lugar, a precisão na integração dos diferentes dados de digitalização constitui uma dificuldade desta tecnologia. A integração do registo oclusal no scan facial depende da

exposição labial, dos dentes maxilares anteriores, sendo estes a referência major do scanner facial 3D (Jivraj, Chee, & Corrado, 2006; Spyropoulou et al., 2011).

A utilização de coloração branca na duplicação das próteses e o recurso a materiais de registo oclusal claros, dificultam a leitura digital em comparação com os registos oclusais de cor escura (Fig. 3). Este facto deve-se à reflexão da lente no scanner, o que reduz a visibilidade dos dentes anteriores. Portanto, um material de resina acrílica e um material de registo oclusal de cor mais escura é recomendado para o procedimento de digitalização. Em segundo lugar, a combinação dos três scans faciais (sorriso neutro, exagerado e retrator da bochecha) dependem da visibilidade da testa como um ponto de referência estável. No entanto, em pacientes idosos com rugas faciais profundas, esta região apresentou-se deformada durante o sorriso do paciente, dificultando assim um procedimento de registo preciso. As dificuldades inerentes ao paciente, como sejam a movimentação durante o scan, fluxo salivar e a presença de pelos faciais (barba), podem também influenciar a precisão dos scans e do registo (Fig. 5) (Hassan et al., 2017).

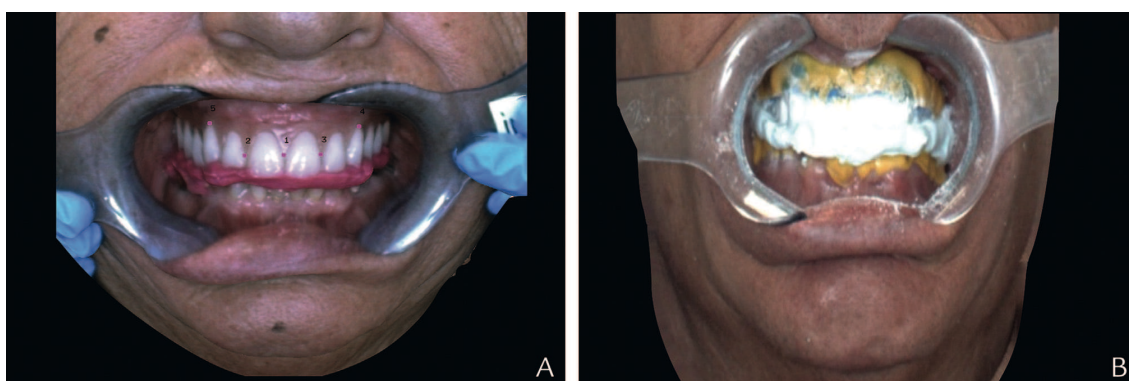


Figura 4 - A, Prótese existente com material de registo oclusal escuro; B, Prótese duplicada com material de registo oclusal opaco com elevada reflexão de luz. Fonte: (Hassan et al., 2017)



Figura 5 – A, Réguas profundas; B, Pelos faciais. Fonte: (Hassan et al., 2017)

5.3 Design

A estética é o principal motivo para a procura de reabilitação oral por parte dos pacientes. O tamanho e a forma dos dentes é não só importante em termos de estética dentária, mas também em termos de estética facial. O objetivo é restaurar a dentição em harmonia com a face. A estética dentária deve estar envolta em beleza, harmonia, naturalidade e individualidade. No entanto, a literatura científica é escassa no que concerne à determinação do tamanho e forma próprios dos dentes ou da relação entre estes (Gomes, Gonçalves, Do Prado, Lopes, & De Lima Lucas, 2006; Hasanreisoglu, Berksun, Aras, & Arslan, 2005).

A avaliação da forma dos dentes a incluir na prótese é feita geralmente de acordo com género, idade e forma do rosto do paciente. Ao longo dos tempos, foram desenvolvidos alguns conceitos para ajudar o médico dentista a interpretar esses elementos. Podem ser encontrados na literatura os conceitos de White, odontogénico, Winkler e Leon William (Kumar, Ahila, & Devi, 2011; Kurt & Isik-Ozkol, 2015).

Conceito de White

Este método baseia-se no conceito do século V atribuído a Hipócrates. Os dentes artificiais foram arbitrariamente selecionados de acordo com o temperamento do paciente. Os tipos de temperamento incluíam o tipo sanguíneo, nervoso, bilioso e linfático, denominação esta baseada nas funções fisiológicas do sangue, nervos, biles e linfa, respetivamente. Um indivíduo "bilioso" deveria ter dentes incisivos curtos, largos e afilados, enquanto que um indivíduo "sanguíneo" possuiria dentes longos, finos e estreitos. (Kumar, Ahila, & Devi, 2011)

Conceito Dentogénico

A seleção de dentes usando os conceitos de odontogenia baseia-se na idade, sexo e personalidade do paciente por Frush e Fisher em 1955. Este conceito foi explicado como a interpretação da aparência protética dos três fatores vitais que cada paciente, já referidos (Jameson, 2002).

Conceito de Winkler

Este autor enfatiza três aspetos, o biológico-fisiológico, biomecânico e o psicológico. Em termos biológico-fisiológicos a importância da harmonia da musculatura

facial e do limite fisiológico com disposição dos dentes é fundamental. O Biomecânico demonstra as limitações mecânicas na colocação dos dentes. A visão psicológica baseia-se na estética e na aparência facial (R. Koralakunte & H. Budihal, 2012).

Conceito de Leon William

William formulou um método denominado lei da harmonia. Este autor acreditava na existência de uma relação entre a forma do rosto invertido e a forma do incisivo central maxilar na maioria das pessoas. Descreveu assim três formas típicas de dentes, quadradas, conoides e ovoides (Kumar et al., 2011).

Os parâmetros a considerar na seleção da cor dos dentes na prótese total, para além da idade e do género, são características extraorais, tais como, a cor da pele, dos olhos e do cabelo (Melilli, Calandra, Messina, & Scardina, 2016).

A forma dos dentes anteriores pode ser escolhida com base em informações obtidas de fotografias no momento em que o paciente apresentava dentes naturais ou por métodos estatísticos. Não existindo registo dos dentes naturais do paciente aquando o momento da extração, a escolha do tamanho e forma dos dentes pode ser extremamente subjetiva. No que diz respeito ao tamanho dos dentes anteriores, diversos métodos utilizando parâmetros clínicos e estatísticos têm vindo a ser propostos, sendo hoje possível determinar estas dimensões sem qualquer referência do indivíduo (Melilli et al., 2016).

Na realização da seleção dos dentes tendo em conta o sexo do paciente, o clínico deve considerar a dentição como um todo sem se focar em apenas um dente. Além disso, a forma, posição, angulação e a proporção dos dentes são fatores que devem ser considerados para cada género. Formas triangulares com bordos curvos e cantos arredondados são consideradas características femininas, enquanto que ângulos pronunciados são características masculinas (Horvath, Wegstein, Lüthi, & Blatz, 2012).

Quanto ao tamanho dos dentes, a largura interalar é apontada como uma referência a seguir tendo uma discrepância em média de 3% entre esta distância e a distância dos caninos maxilares. É também possível encontrar na literatura autores que propõem uma relação entre a largura do incisivo central maxilar e a distância interpupilar, tendo uma proporção de 1:6,6 (Hoffman, Bomberg, & Hatch, 1986).

A seleção de uma cor de dente apropriada para pacientes edêntulos é uma parte importante na reabilitação de pacientes com próteses totais, tendo impacto positivo na percepção dos pacientes perante a estética (Lombardi, 1973). Para escolher a cor dos dentes

nestes pacientes recorre-se a registros de pré-extração, fotografias do paciente ainda dentado, a opinião de familiares e a memória do paciente da sua cor natural. Ainda assim, o clínico deverá ter em atenção o género, idade, cor dos olhos, cor do cabelo e cor da pele. A cor dos dentes antes da extração, quando disponíveis, costumam ser a cor de eleição dos dentes a incluir na prótese (Hassel et al., 2008; Kurt & Isik-Ozkol, 2015).

Tendo em vista todos os conceitos apresentados, o médico dentista descreve ao técnico de prótese as características do paciente necessárias ao correto design da base de dos dentes, devendo para tal, enviar fotografias do mesmo para que seja mais fácil a comunicação entre o clínico e o laboratório (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015; Kattadiyil, Jekki, Goodacre, & Baba, 2015; Melilli et al., 2016).

5.4 Fresagem

A fresagem de materiais dentários envolve um conjunto de processos, máquinas e softwares de modo a obtermos próteses dentárias com diversas utilidades na medicina dentária (Christensen, 2009).

No caso específico dos dois sistemas da companhia Ivoclar Vivadent (Wieland Digital Denture e AvadentTM Digital Denture), estes utilizam blocos patenteados para fresar a base da prótese, denominados de IvoBase® (Fig.6), e para fresar os dentes, denominados de SR Vivodent® (Fig.7). Os discos IvoBase® de 30 mm de espessura estão disponíveis em quatro tons básicos de Rosa. Desta forma, são abrangidos os requisitos estéticos comuns. Para atingir elevada estética, a utilização de SR Nexco® está indicada para caracterização individual. Os discos SR Vivodent® de 20 mm de espessura estão disponíveis em tons de dente BL3, A1, A2, A3, A3.5, B1, B3, C2 e D2 (Ivoclar, 2017)



Figura 6 Bloco para fresagem da base protética, IvoBase®. Fonte: (Ivoclar, 2017)



Figura 7 Bloco para fresagem dos dentes, SR Vivodent®. Fonte: (Ivoclar, 2017)

5.5 Colocação da Prótese

A colocação da prótese total definitiva confeccionada em CAD-CAM decorre de forma semelhante a uma prótese total fabricada segundo o método convencional. A utilização de pasta identificadora de pressão ou de Fit Checker™ (GC America, Alsip, IL) é um recurso útil para verificar e guiar a necessidade de ajustes na adaptação entre a base da prótese e a mucosa oral. Verifica-se frequentemente a necessidade de realizar ajustes oclusais, tornando-se estes essenciais no sucesso da reabilitação do paciente e podem ser executados de imediato. No fim da consulta deverá ser marcada uma consulta de controlo para eventuais ajustes que, à posteriori, se verifiquem necessários (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).

6. Wieland Digital Denture

O sistema Wieland (Ivoclar Vivadent Inc., Amherst, NY) executa a confecção dos elementos protéticos segundo o método de subtração. É necessária a marcação de três consultas para realizar próteses totais removíveis com este sistema. Wieland permite optar entre três métodos para realizar as impressões: (1) moldeiras de impressão projetadas e personalizadas digitalmente com placas de mordida integrada; (2) blocos de cera desenhados e personalizados digitalmente e fresados; (3) proceder à duplicação de próteses previamente existentes (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).

Primeira consulta

Procede-se à obtenção de impressões preliminares mandibulares e maxilares do paciente, utilizando as moldeiras previamente testadas e ajustadas (construídas segundo um dos três métodos já referidos), colocando um material de impressão polivinilsiloxano (Baba et al., 2015).

De seguida, é registada uma relação cêntrica (RC) preliminar e dimensão vertical utilizando a moldeira de registo de relação cêntrica (Fig. 8). Estas informações constituem as bases necessárias ao fabrico das moldeiras individuais que incluem placas de registo intermaxilar para capturar a RC definitiva (Baba et al., 2015).

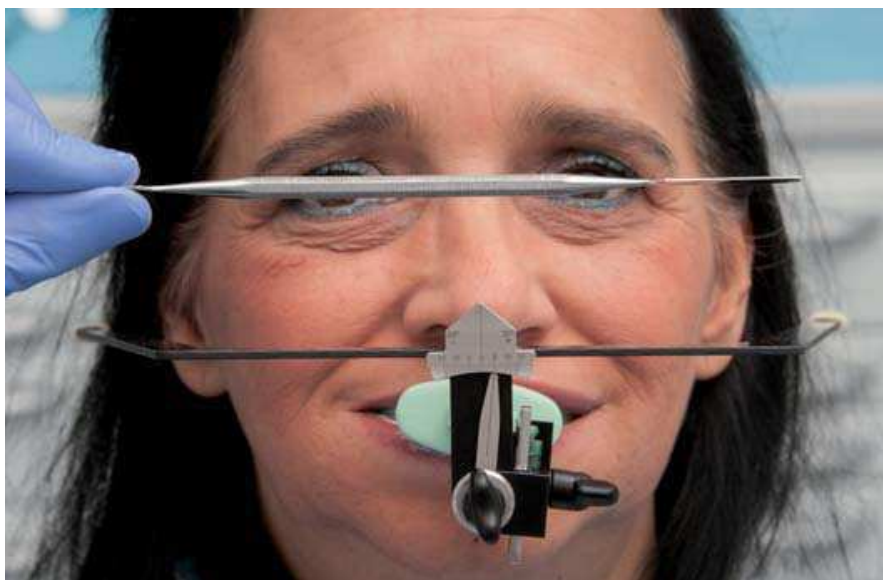


Figura 8 – Registo da relação cêntrica provisória paralela à linha bipupilar. Fonte:(Ivoclar, 2015)

Nesta fase, é conectado um dispositivo UTS CAD à forquilha oclusal (Fig. 9). O arco que se encontra presente é de grande utilidade na avaliação da linha de Camper (descrita como o ângulo formado entre o plano de Camper e o plano oclusal) e da linha bipupilar. A posição do plano oclusal pode ser determinada com as medidas da linha de Camper e da linha bipupilar. As impressões preliminares, o registo da RC preliminar e as referências das linhas de Camper e bipupilar são então enviadas para o laboratório (Baba et al., 2015).

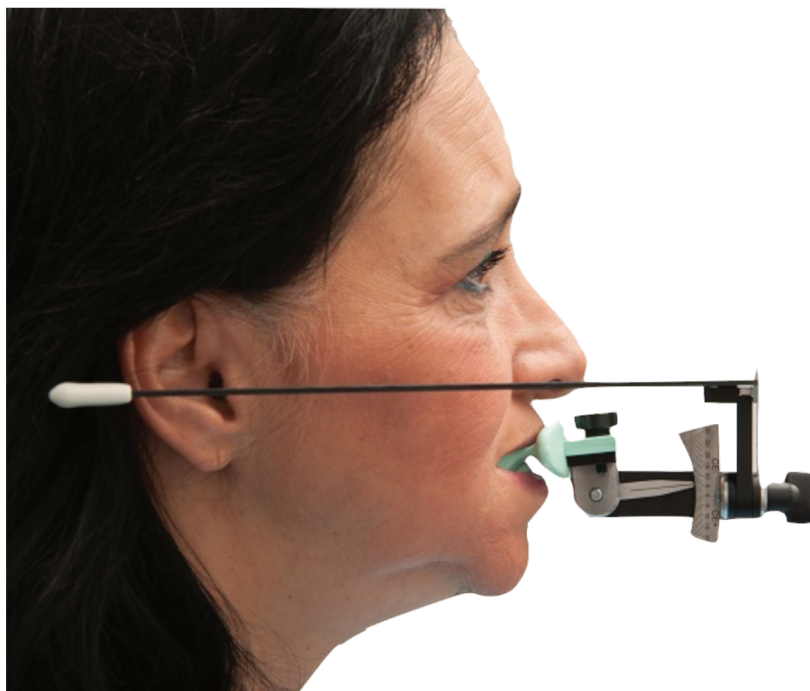


Figura 9 – Dispositivo UTS CAD, paralelo à linha de Camper. Fonte: (Ivoclar, 2015)

No laboratório dentário, o técnico de prótese procede ao scan das impressões preliminares e do registo de mordida. Os números obtidos com o UTS CAD referentes à linha de Camper e bipupilar são introduzidos no software. A obtenção do plano oclusal provisório permite ao software de CAD criar os modelos virtuais da maxila e da mandíbula edêntulas (Fig. 10). O técnico projeta moldeiras de impressão personalizadas com placas de registo intermaxilar integradas que, ao serem retas, permitem um deslocamento uniforme para permitir a aplicação de material de impressão e um degrau para permitir a estabilização do medidor do ponto anatómico Gnation (Fig. 11). Estas ainda incorporam uma pequena ponta em agulha para realizar o traçado do arco Gótico e, deste modo, registar a RC definitiva (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).

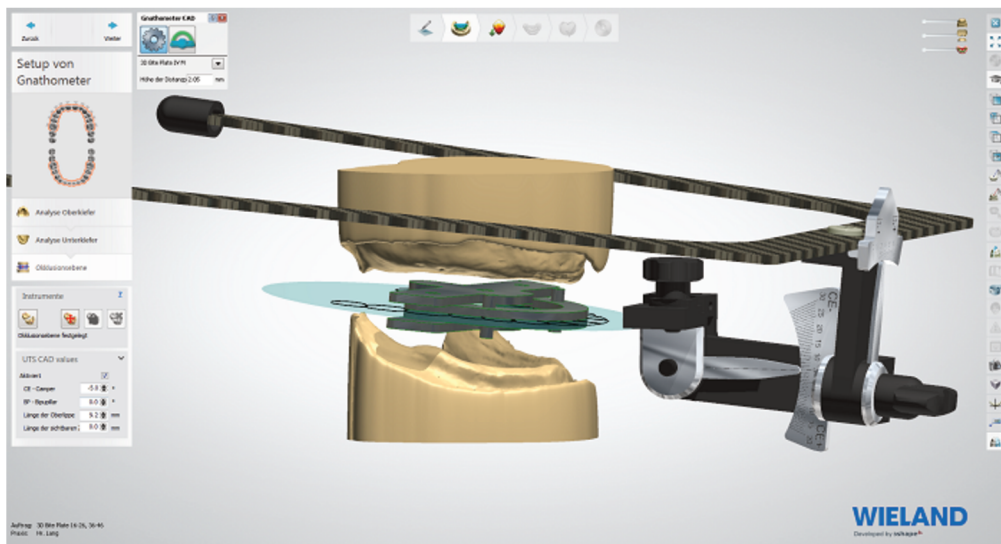


Figura 10 – Design CAD do plano oclusal provisório. Fonte: (Ivoclar, 2015)

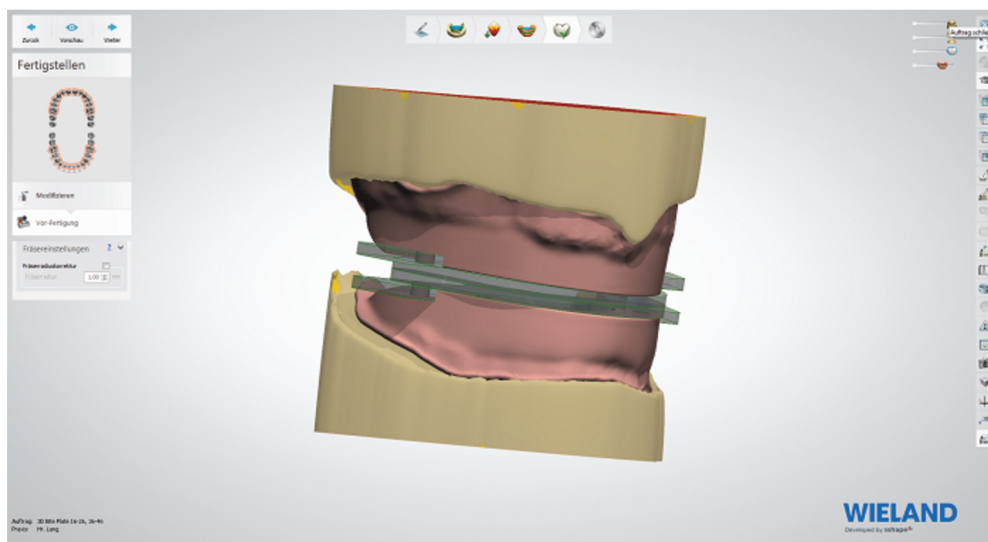


Figura 11 – Design CAD das moldeiras individuais. Fonte: (Ivoclar, 2015)

Segunda consulta

As moldeiras individuais fresadas utilizando a componente CAM (Fig. 12) do sistema são revestidas com cola para moldeiras permitindo melhor fixação do material de impressão (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).

Estando as moldeiras individuais devidamente preparadas para a receção do material de impressão, preenchem-se as mesmas com polivinilsiloxano, sendo que o seu volume total deve ser acabado com uma fina camada de polivinilsiloxano de baixa densidade. Após realizar as impressões definitivas, com recurso ao UTS CAD, verifica-se uma vez mais o plano oclusal e efetuam-se correções, caso haja necessidade. O medidor da posição do ponto Gnation é acoplado à moldeira individual. A Dimensão

Vertical de Oclusão é determinada utilizando os métodos convencionais. Com a relação cêntrica determinada (realizando o traçado do arco gótico), as placas de registo intermaxilar das moldeiras individuais são estabilizadas utilizando material de registo de mordida. A linha média, linha do sorriso e a linha dos caninos são traçadas sobre as moldeiras. Todo o material é desinfetado e enviado para o laboratório (Fig. 13) (Baba et al., 2015).



Figura 12 – Moldeiras individuais fresadas com adaptação para o registo da relação cêntrica. Fonte: (Ivoclar, 2015)

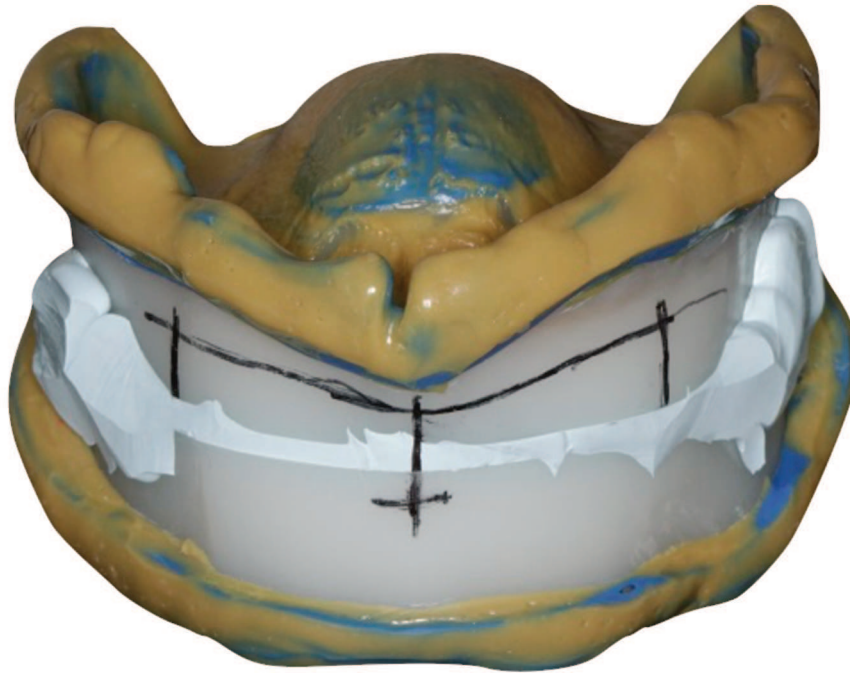


Figura 13 – Impressões definitivas, registo de mordida e linhas de referência anatômica traçadas. Fonte: (Ivoclar, 2015)

O técnico de prótese, quando recebe as impressões funcionais, procede ao scan e insere e ajusta a posição do plano oclusal, utilizando a função UTS CAD do software (Fig. 14). Com a análise cuidadosa dos modelos virtuais apresentados pelo software CAD e todas as indicações dadas pelo médico dentista, são escolhidos os dentes para as próteses totais dentro da biblioteca de dentes do software da Ivoclar Vivadent (Fig. 15). Depois de escolher a morfologia dentária mais adequada ao paciente em questão, o programa CAD monta os dentes em oclusão, tendo em conta a curva de Spee e de Wilson. O técnico pode efetuar alterações à proposta apresentada em benefício dos requisitos apresentados pelo médico dentista e pelo paciente. Tal como a componente dentária, a porção gengival desenhada pelo software pode ser individualizada (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).

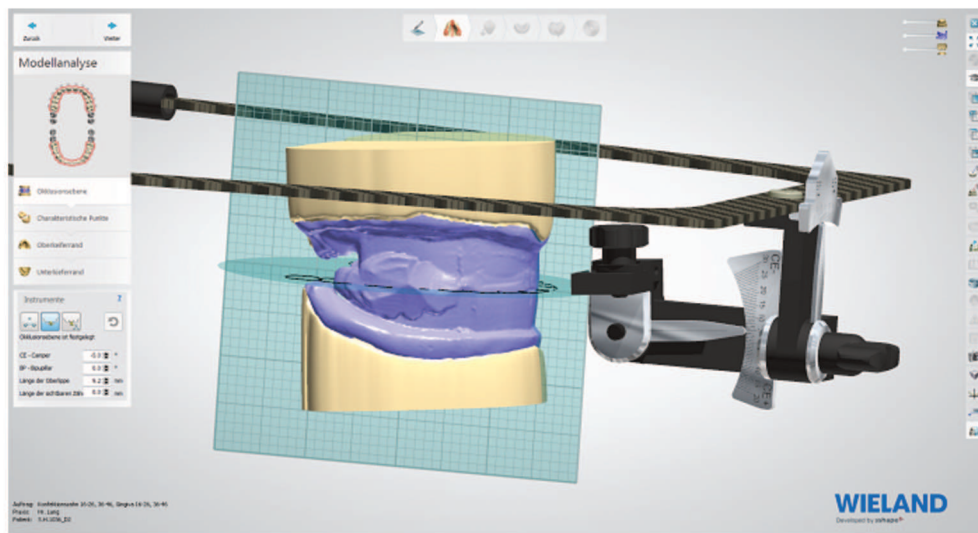


Figura 14 – Plano oclusal definitivo em relação aos valores do plano de Camper e linha bipupilar. Fonte: (Ivoclar, 2015)

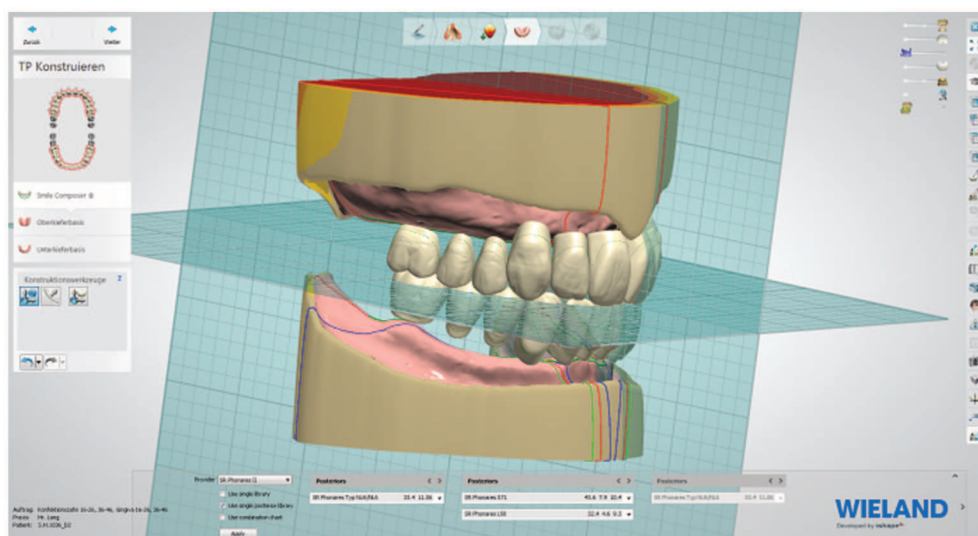


Figura 15 – Arranjo dentário em função alinhado com o plano oclusal definido. Fonte: (Ivoclar, 2015)

Caso o médico dentista solicite ao laboratório, nesta fase é fabricada uma prótese de prova monolítica em polimetilmetacrilato. Para a prova em boca da prótese em monobloco (Fig. 16) é necessário marcar uma consulta extra onde será possível verificar a estética, a fonética e a adaptação da prótese definitiva. Caso se verifique a necessidade de alterações, estas devem ser comunicadas ao técnico de prótese, permitindo ao mesmo efetuar as devidas correções antes da realização da fresagem da prótese definitiva (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).



Figura 16 – Monobloco para realizar a consulta de prova. Fonte: (Ivoclar, 2015)

Iniciada a fresagem da prótese total definitiva, a porção gengival é obtida através do disco de resina pré polimerizada IvoBase CAD. Os alvéolos dentários onde serão aderidos os dentes, utilizando IvoBase CAD bond, são fresados na base protética. Seguida à adesão dos dentes à base da prótese, esta é fresada na sua face que irá contactar com a mucosa oral, procedida de um polimento protético de modo convencional (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).

Terceira consulta

A inserção em boca da prótese total confeccionada com o sistema CAD/CAM Ivoclar Vivadent (Fig. 17) é semelhante à inserção de uma prótese total fabricada segundo

o método convencional. Recorrendo a uma pasta de indicação de pressão ou a Fit Checker™ (GC America, Alsip, IL), os ajustes que eventualmente sejam necessários, são efetuados de forma facilitada. O equilíbrio oclusal por ajustes seletivos é comumente necessário e pode ser realizado em boca com auxílio de papel químico de articulação. Caso os contactos oclusais apresentem forte desequilíbrio, está indicada a realização de um protocolo clínico de remontagem (Baba et al., 2015).



Figura 17 – Próteses totais definitivas CAD/CAM Ivoclar Vivadent. Fonte: (Ivoclar, 2017)

7. Avadent™ Digital Denture

Tal como o sistema digital para próteses totais Weiland, o sistema Avadent (Global Dental Science LLC., Scottsdale, AZ) também recorre ao método de subtração para confeccionar as suas próteses. Esta marca oferece dois tipos de próteses: uma prótese total com que a base protética fresada e posterior adesão dos dentes; e uma prótese monolítica, a Avadent XCL (extremamente reticulada), onde a base protética e os dentes formam uma peça única (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).

O sistema Avadent oferece a possibilidade de confeccionar próteses totais, bases de registo, próteses totais para apenas uma das arcadas, próteses totais imediatas, próteses provisórias, guias radiográficas, guias de redução óssea, próteses de conversão e próteses híbridas definitivas (Baba et al., 2015).

Primeira consulta

Existem diferentes abordagens que podem ser seguidas nesta consulta para efetuar o registo da relação intermaxilar e as impressões definitivas. O fabricante recomenda a realização em separado das impressões maxilares e mandibulares, utilizando as moldeiras pré-fabricadas fornecidas pela marca (Fig. 18) e ajustadas no momento da utilização, procedendo-se à colocação de um material de impressão de polivinilsiloxano na base da moldeira tornando-a numa moldeira individual e, de seguida, utilizar um polivinilsiloxano de baixa densidade para proceder à impressão definitiva (Baba et al., 2015).

Para realizar o registo intermaxilar é utilizado um dispositivo designado de dispositivo de medição anatómica (DMA) (Fig. 19). Este dispositivo consiste numa moldeira mandibular com uma forquilha para registo em forma de meia lua e uma moldeira maxilar contendo um ponto de contacto central ajustável (permite o ajuste vertical para registar a dimensão vertical de oclusão indicada para o paciente) que serve de pino de registo oclusal para realizar o traçado do arco Gótico, aquando os movimentos de protrusão, retrusão e lateralidade, além de incluir um suporte ajustável do lábio superior (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).



Figura 18 - Moldeiras de Stock AvaDent. Fonte: (Baba et al., 2015)



Figura 19 - Dispositivo de medição anatômica (DMA) AvaDent. Fonte: (Baba et al., 2015)

O DMA é preenchido com um material de impressão polivinilsiloxano de alta densidade, sendo inserido paralelamente à linha bipupilar. Após o preenchimento, o DMA deve encontrar-se estável, sendo que para tal, este deve cobrir uma área extensa, idealmente toda a arcada. Para garantir um nível elevado de precisão dos detalhes obtidos nas imagens digitais do scan realizado ao DMA, este deve ser sempre refinado na impressão definitiva com material de impressão polivinilsiloxano de baixa densidade até obter a impressão desejada (Fig. 20) (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).

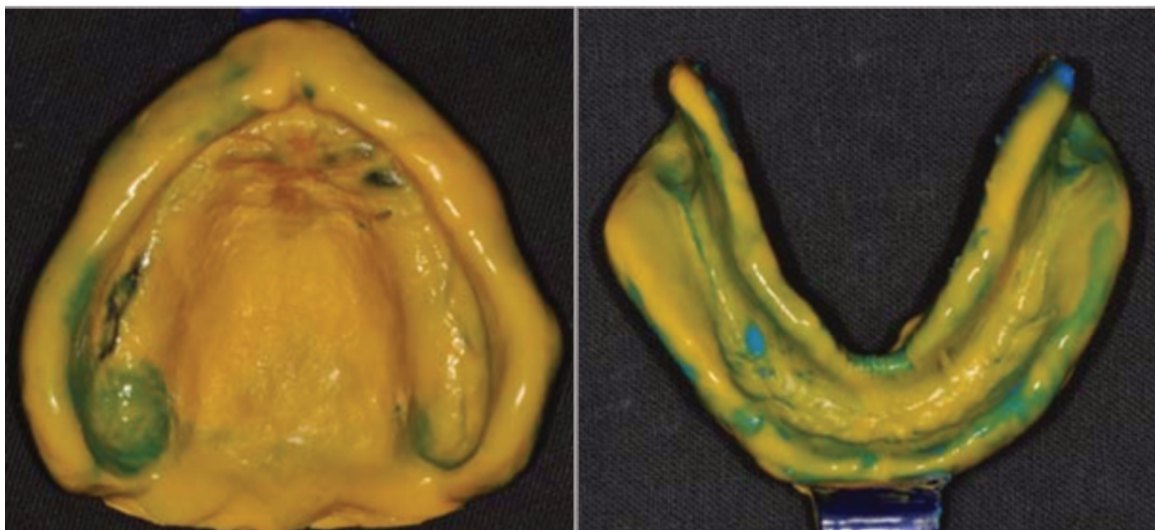


Figura 20 - Impressões definitivas maxilar e mandibular. Fonte: (Baba et al., 2015)

Tendo o DMA preenchido com o material de impressão procede-se à colocação em boca do paciente, respeitando a Dimensão Vertical de Oclusão, previamente medida de forma convencional, e pede-se ao paciente para fechar a boca até que o ponto de

contacto central da moldeira maxilar entre em contacto com a moldeira mandibular. O ponto de contacto é ajustado no sentido vertical utilizando uma chave fornecida no kit para refinar a Dimensão Vertical de Oclusão. Os movimentos mandibulares (protrusivos e de lateralidade) são, deste modo, registados. O traçado do arco Gótico é registado na moldeira inferior, num papel de articulação químico colocado sobre a forquilha da mesma. O desenho que o arco Gótico descreve assemelha-se a uma seta. A ponta desta seta denota a RC. O DMA é removido da boca do paciente e realiza-se um pequeno desgaste com uma broca de acrílico esférica para criar uma depressão na ponta da seta onde irá assentar o ponto de contacto maxilar imediatamente à recolocação do DMA em boca. Desta forma, a posição do ponto de contacto maxilar na depressão criada no DMA mandibular descreve a correta relação cêntrica. Finalizada esta etapa, procede-se à injeção de material de registo interoclusal entre a moldeira maxilar e a moldeira mandibular, para permitir unir definitivamente o dispositivo. A primeira consulta fica, deste modo, concluída e os produtos obtidos, incluindo as impressões definitivas e o DMA, são enviados para a Avadent. O fabricante irá proceder ao scan a laser de ambos os elementos e proceder ao design virtual das próteses totais com uma pré-visualização digital 3D das mesmas. Estes ficheiros são remetidos ao médico dentista via e-mail, devendo o mesmo aceitar se estiver de acordo com a proposta apresentada para se iniciar a fresagem das próteses definitivas. No processo de fresagem, a base das próteses é cortada contendo as locas necessárias onde serão aderidos os dentes previamente selecionados (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).

Segunda consulta (opcional)

Antes de marcar a consulta de colocação da prótese, o clínico pode requisitar uma prótese de prova. Esta prótese de teste com a base fresada e um conjunto de dentes em base de cera (prótese de prova avançada (ATI)) ou uma prótese de prova totalmente em resina (BTI) podem ser pedidas para permitir a avaliação da fonética, estética e função. Neste momento, é passível proceder-se de imediato aos ajustes que se mostrem necessários reposicionando os dentes na cera (prova ATI) ou desgastando os mesmos com broca de desgaste de acrílico (prova BTI) (Baba et al., 2015).

Terceira consulta

A colocação da prótese total definitiva (Fig. 21) confeccionada em CAD-CAM decorre de forma semelhante a uma prótese total fabricada segundo o método convencional. Recorrendo a pasta de identificação de pressão ou a Fit Checker™ (GC America, Alsip, IL) os ajustes necessários são realizados de forma facilitada na base da prótese que contacta com a mucosa. Os ajustes oclusais podem ser realizados diretamente na prótese colocada em boca e apresentam-se de elevada importância. Caso haja demasiados contactos oclusais anormais, deve ser seguido um protocolo clínico de remontagem (Baba et al., 2015).



Figura 21 - Próteses totais definitivas confeccionadas pela Avadent (Baba et al., 2015)

8. Dentca™

A Dentca™ (Dentca Inc., Los Angeles, CA) apresenta dois tipos de próteses no mercado: a primeira opção apresentada pela marca compreende a manufatura aditiva (como a prototipagem rápida ou a impressão em 3D), sendo esta utilizada para produzir próteses de prova e procede-se à confeção das próteses definitivas de forma convencional, recorrendo a blocos impressos em 3D; como segunda opção o fabricante apresenta bases protéticas com locas onde os dentes selecionados são aderidos, tendo este protocolo duas a três consultas. O sistema permite a confeção de próteses totais para ambas as arcadas, uma única arcada ou até próteses imediatas (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).

Primeira consulta

No kit fornecido pela marca (Fig.22), seleciona-se duas moldeiras de impressão, escolhendo o tamanho mais adequado para o paciente, utilizando-as para a realização das impressões definitivas (Fig.23) e registrar a relação intermaxilar. Estas moldeiras são compostas por segmentos destacáveis, tendo estes que ser removidos após a realização da impressão definitiva para permitir o registo da relação cêntrica e da dimensão vertical de oclusal (Baba et al., 2015).

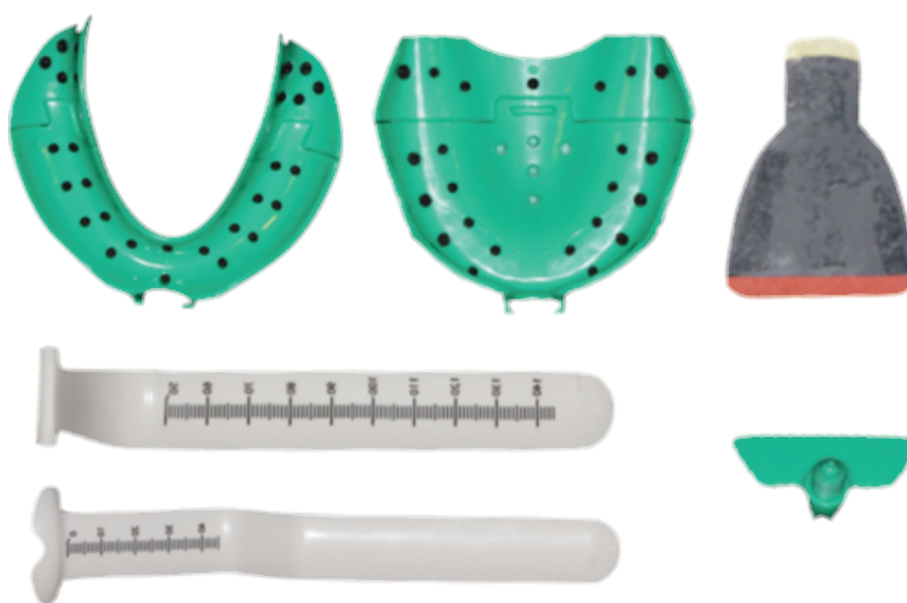


Figura 22 - Kit para prótese total maxilar e mandibular Dentca, incluindo moldeira maxilar, mandibular e régua mandibular (Baba et al., 2015)

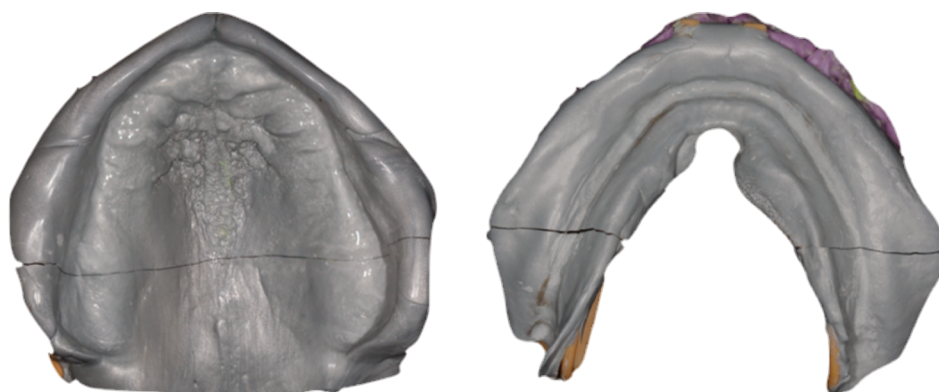


Figura 23 - Impressões definitivas, maxilar e mandibular.

Após executar as impressões definitivas, com o auxílio de uma lâmina cirúrgica número 11 procede-se ao corte do material de impressão que estiver presente, além da demarcação que separa a parte anterior da parte posterior das moldeiras (Fig. 24). Os

segmentos anterior e posterior das moldeiras, após o corte do material de impressão, são então separados um do outro realizando movimentos firmes de balanço e puxando. Após este passo, o segmento anterior das moldeiras superior e inferior é reposicionado nas respectivas arcadas dentárias de modo a se proceder ao registo oclusal intermaxilar. Deste modo possibilita-se a realização de um correto registo oclusal, caso contrário não haveria o espaço necessário para realizar este procedimento (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).

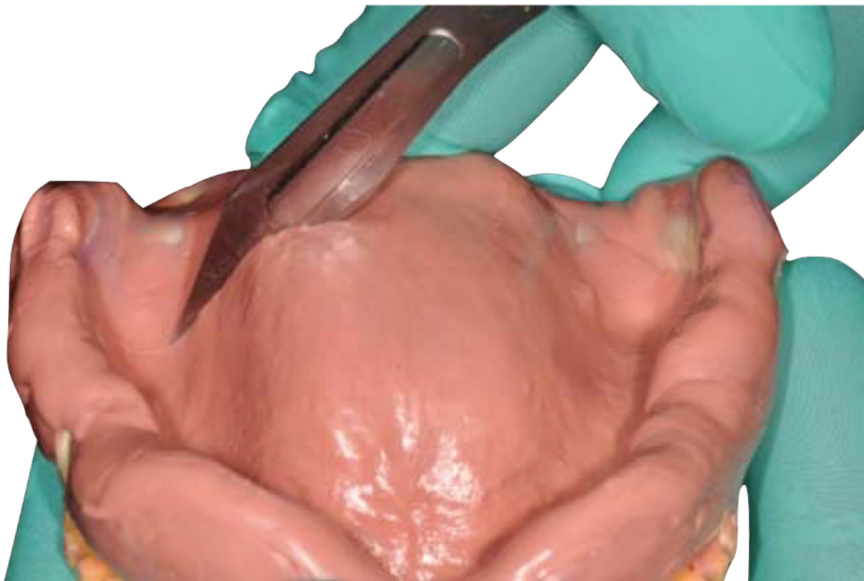


Figura 24 - Separação da porção posterior com lâmina cirúrgica número 11. Fonte: (Baba et al., 2015)

Em oposição às moldeiras Avadent, no sistema fornecido pela Dentca o papel químico de articulação é colocado na moldeira superior, na superfície lisa que esta apresenta. Recorrendo a um pino oclusal com uma ponta esférica na moldeira inferior, procede-se ao registo do arco Gótico. Este pino vertical é facilmente ajustado no sentido vertical, permitindo restabelecer a correta Dimensão Vertical de Oclusão (Fig. 25). Poderá haver a necessidade de cortar o pino na sua base se este estiver a interferir com a língua. A superfície lisa ou base da moldeira maxilar é então coberta por papel químico de registo oclusal fornecido pela marca (EZ-TracerTM). A porção anterior da moldeira superior e da moldeira inferior são inseridas na boca do paciente e procede-se à determinação da Dimensão Vertical de Oclusão de forma convencional, utilizando a régua fornecida no sistema para a mandíbula (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).

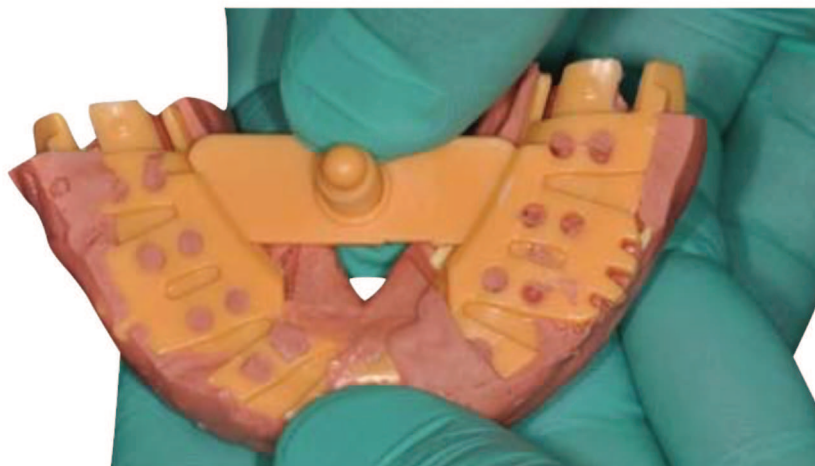


Figura 25 - Colocação e ajuste do pino oclusal na moldeira inferior. Fonte: (Baba et al., 2015)

O registo do arco gótico e da relação cêntrica são efetuados como descrito para o sistema Avadent. A Dentca apresenta uma régua para colocar sobre o rebordo maxilar anterior a fim de ajudar a medir o comprimento do lábio superior, sendo que esta medida é estabelecida com a diferença entre a papila incisiva e o bordo inferior do lábio superior (Fig. 26). As duas moldeiras contendo as impressões definitivas e o registo intermaxilar (Fig. 27), bem como o comprimento do lábio superior, são enviados à companhia que realizará o scan das impressões e do registo de mordida. As próteses serão desenhadas virtualmente no sistema CAD da marca, procedendo-se seguidamente à impressão da base da prótese em impressoras 3D (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).



Figura 26 - Régua maxilar para medição do lábio superior. Fonte: (Baba et al., 2015)

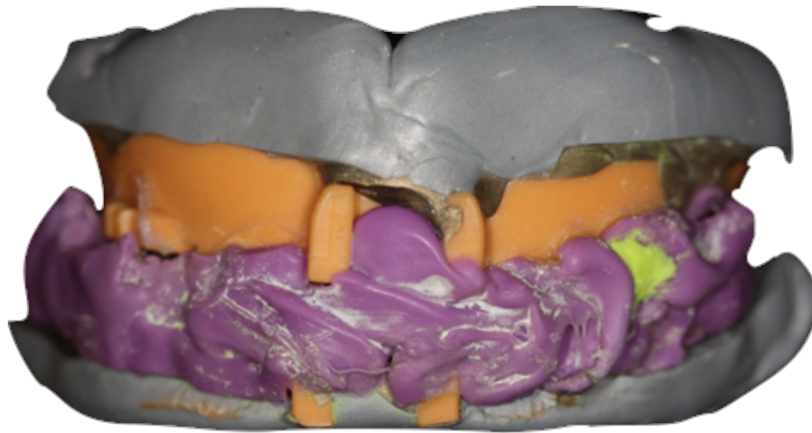


Figura 27 - Impressões da maxila e mandíbula em correta RC com registo de mordida

Segunda consulta (opcional)

O sistema desenvolvido pela Dentca apresenta a possibilidade de requisição de uma prótese de prova antes da confecção da prótese digital final. Com o recurso à estereolitografia (Fig. 28), a prótese de prova permite realizar os testes necessários para verificar a função e a fonética, avaliando a oclusão da prótese em boca. Caso seja necessário algum ajuste nos dentes, este pode ser realizado com desgastes seletivos (Baba, Goodacre, & Kattadiyil, 2015).



Figura 28 - Próteses de prova estereolitográficas, maxilar e mandibular. Fonte: (Baba et al., 2015)

Terceira consulta

A colocação da prótese total definitiva confeccionada em CAD-CAM (Fig. 29) decorre de forma semelhante a uma prótese total fabricada segundo o método convencional. A utilização de pasta identificadora de pressão ou de Fit Checker™ (GC

America, Alsip, IL) é um recurso útil para verificar e guiar a necessidade de ajustes na adaptação entre a base da prótese e a mucosa oral. Verifica-se frequentemente a necessidade de realizar ajustes oclusais, tornando-se estes essenciais no sucesso da reabilitação do paciente e podem ser executados de imediato em boca. No fim da consulta deverá ser marcada uma consulta de controlo para eventuais ajustes que se venham a verificar necessários (Baba et al., 2015).



Figura 29 - Prótese total definitiva maxilar e mandibular. Fonte: (Baba et al., 2015)

9. Ceramill® Full Denture System

O sistema de prótese total Ceramill® (Amann Girrbach AG, Koblach, Austria) é um sistema concebido para o técnico de laboratório. Contrariamente aos sistemas já descritos, o fluxo de trabalho digital do sistema Ceramill começa no laboratório (Baba et al., 2015).

Primeira e segunda consultas

Após a realização das impressões maxilares e mandibulares preliminares e definitivas, o laboratório, aquando da sua receção, procede ao fabrico dos modelos e bases de registo definitivos que serão utilizados para o registo da relação intermaxilar, linha do sorriso, linha média, posição dos caninos e transferência do arco facial (Baba et al., 2015).

Com recurso aos elementos fornecidos e ao arco facial, o laboratório procede à montagem dos modelos no articulador *Amann Girrbach articulator*. Cada modelo

definitivo é scaneado separadamente e montado conjuntamente com os rins oclusais em posição sobre a mesa de transferência (Ceramill Transferkit). Este conjunto é colocado no scanner Ceramill Map 400 optical 3D para transferir a posição dos modelos para o software de design digital. As características estéticas do paciente podem ser captadas e tidas em consideração, caso exista a possibilidade de realizar um scan facial do mesmo (Baba et al., 2015).

O design da prótese total em CAD utilizando o software da Ceramill começa traçando linhas anatómicas específicas solicitadas pelo software nos modelos digitais. O programa irá utilizar estas linhas de referência para calcular as linhas de disposição dos dentes, a posição dos dentes maxilares anteriores (utilizando os registos recolhidos da maxila) e, recorrendo a um algoritmo específico, determinar a linha média. O software, com todos os dados fornecidos, procede à sugestão de um arranjo dentário virtual, baseado na biblioteca de dados disponível que contemplará diferentes marcas de dentes, tendo em atenção o espaço disponível a reabilitar. Os dentes virtuais, contidos na proposta digital, podem ser personalizados pelo técnico de prótese com o objetivo de satisfazer os requisitos estéticos do paciente (Baba et al., 2015).

Estando completo o design dos dentes, a secção gengival da prótese total é desenhada e proposta automaticamente pelo software. Novamente, caso seja necessário, o técnico de prótese pode personalizar e adaptar todo o contorno gengival utilizando a opção de faca virtual. O laboratório procede ao envio de uma cópia da proposta final para avaliação e aprovação por parte do médico dentista (Baba et al., 2015).

As bases protéticas de ambas as próteses, maxilar e mandibular, são então fresadas incluindo as locas nas quais serão aderidos os dentes selecionados, com recurso a uma fresadora refrigerada a água com cinco eixos (Ceramill Motion 2) que cortará um bloco gengival de cera colorida. De seguida, um bloco com a cor dos dentes já selecionados é fresado com a adaptação ideal para que estes apresentem um encaixe ideal à base protética (Baba et al., 2015).

Terceira consulta

A prótese de prova é colocada e avaliada na boca do paciente, onde se procede à avaliação da fonética, estética e toda a adaptação da mesma. Caso sejam necessários, são efetuados ajustes para que a prótese definitiva apresente a adaptação desejada (Baba et al., 2015).

Quarta consulta

A prótese total definitiva confeccionada com design e manufatura assistidos por computador (Fig. 30) é inserida na boca do paciente seguindo um protocolo semelhante ao método tradicional. Realiza-se a avaliação da estética, fonética e adaptação da prótese. Recorrendo a uma pasta de indicação de pressão ao a Fit CheckerTM (GC America, Alsip, IL) o ajuste da base da prótese que está em contato com a mucosa oral pode tornar-se mais fácil. Os ajustes ao nível dos dentes são de elevada importância e podem ser realizados diretamente em boca (Baba et al., 2015).



Figura 30 - Próteses totais definitivas CAD/CAM Ceramill. Fonte: (Girrbach, 2017)

III. Conclusão

A integração da tecnologia CAD-CAM para confecção e design de próteses totais visa contribuir para melhorar a qualidade do elemento protético e facilitar o trabalho em laboratório.

A utilização da tecnologia de CAD-CAM na confecção de próteses totais em medicina dentária, tanto na vertente de assistência no Design (CAD) como na assistência na vertente de manufatura (CAM), contribui significativamente para simplificar e facilitar o trabalho, tanto do clínico como do laboratório.

No caso clínico que atualmente estamos a desenvolver na clínica universitária Egas Moniz com o sistema da Dentca, ao contrário do que o fabricante afirma, a curva de aprendizagem para conseguir simplificar as consultas para a realização de uma prótese total em CAD/CAM é bastante elevada.

Na literatura, estão atualmente descritos quatro sistemas de confecção de próteses totais removíveis, sendo estes o de Wieland Digital Denture, da Avadent™ Digital Denture, da Dentca™ e Ceramill® Full Denture System. São necessárias mais evidências científicas e clínicas das vantagens destes sistemas para que possa massificar a sua utilização e assim avançar na curva de aprendizagem com mais segurança, pelo que é imperativo que se realizem mais estudos.

IV. Bibliografia

Adabo, G. L., Zandarotti, E., Fonseca, R. G., & Cruz, C. A. (1999). Effect of disinfectant agents on dimensional stability of elastomeric impression materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, 81(5), 621–4. Obtido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10220669>

Alghazzawi, T. F. (2016). Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *Journal of Prosthodontic Research*, 60(2), 72–84. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2016.01.003>

Alhajj, M. N., Khalifa, N., Abduo, J., Amran, A. G., & Ismail, I. A. (2017). Determination of occlusal vertical dimension for complete dentures patients: an updated review. *Journal of oral rehabilitation*, 44(11), 896–907. <https://doi.org/10.1111/joor.12522>

Anusavice, K. (2003). *Phillips' science of dental materials* (11th ed.). Elsevier.

Baba, N. Z. (2016). Materials and Processes for CAD / CAM Complete Denture Fabrication Materials and Processes for CAD / CAM Complete Denture Fabrication. *Current Oral Health Reports*, (July), 203–208. <https://doi.org/10.1007/s40496-016-0101-3>

Baba, N. Z., Goodacre, C. J., & Kattadiyil, M. T. (2015). CAD/CAM removable prosthodontics. Em R. Masri & C. F. Driscoll (Eds.), *Clinical applications of digital dental technology* (pp. 107–138). Iowa: Wiley Blackwell.

Berdicevsky, I., Ben-Aryeh, H., Szargel, R., & Gutman, D. (1980). Oral Candida in asymptomatic denture wearers. *International Journal of Oral Surgery*, 9(2), 113–115. [https://doi.org/10.1016/S0300-9785\(80\)80047-0](https://doi.org/10.1016/S0300-9785(80)80047-0)

Christensen, G. J. (2009). Impressions Are Changing. *The Journal of the American Dental Association*, 140(10), 1301–1304. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2009.0054>

Cottone, J. a, & Molinari, J. a. (1991). State-of-the-Art Infection Control In Dentistry. *The Journal of the American Dental Association*, 122(8), 33–41. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14219/jada.archive.1991.0254>

Craig, R. G., & Powers, J. M. (Eds.). (2002). *Restorative dental materials* (11th ed.). St. Louis: Mosby.

Derrien, G., & Menn, G. (1995). Evaluation of detail reproduction for three die materials by using scanning electron microscopy and two-dimensional profilometry. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 1–7.

Donovan, T. E., & Chee, W. W. L. (2004). A review of contemporary impression materials and techniques. *Dental Clinics of North America*, 48(2), 445–470. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2003.12.014>

Emami, E., Souza, R. F. De, Kabawat, M., & Feine, J. S. (2013). *The Impact of Edentulism on Oral and General Health*, 2013.

Fasbinder, D. J., & Poticny, D. J. (2010). Accuracy of occlusal contacts for crowns with chairside CAD/CAM techniques. *International journal of computerized dentistry*, 13(4), 303–16. Obtido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21323011>

Ferro, K. J. (2005). The glossary of prosthodontic terms. *The Journal of prosthetic dentistry*, 94(1), 10–92. Obtido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16080238>

Fouda, S. M., Al-Harbi, F. A., Khan, S. Q., Virtanen, J. I., & Raustia, A. (2017). Missing teeth and prosthetic treatment in patients treated at College of Dentistry, University of Dammam. *International Journal of Dentistry*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/7593540>

German, M. J., Carrick, T. E., & McCabe, J. F. (2008). Surface detail reproduction of elastomeric impression materials related to rheological properties. *Dental Materials*, 24(7), 951–956. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.11.010>

Giordano, R. (2000). Impression materials: basic properties. *General dentistry*, 48(5), 510–2, 514, 516. Obtido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11199630>

Gomes, V. L., Gonçalves, L. C., Do Prado, C. J., Lopes, I., & De Lima Lucas, B. (2006). Correlation between facial measurements and the mesiodistal width of the maxillary anterior teeth. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 18(4), 196–205. https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2006.00019_1.x

Goodacre, B. J., Goodacre, C. J., Baba, N. Z., & Kattadiyil, M. T. (2016). Comparison of denture base adaptation between CAD-CAM and conventional fabrication techniques. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.02.017>

Goodacre, C. J., Garbacea, A., Naylor, W. P., Daher, T., Marchack, C. B., & Lowry, J. (2012). CAD/CAM fabricated complete dentures: Concepts and clinical methods of obtaining required morphological data. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 107(1), 34–46. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(12\)60015-8](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(12)60015-8)

Hamalian, T. A., Nasr, E., & Chidiac, J. J. (2011). Impression materials in fixed prosthodontics: Influence of choice on clinical procedure. *Journal of Prosthodontics*, 20(2), 153–160. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2010.00673.x>

Han, W., Li, Y., Zhang, Y., Lv, Y., Zhang, Y., Hu, P., ... Shen, Y. (2017). Design and fabrication of complete dentures using CAD/CAM technology. *Medicine*, 96(1), e5435. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000005435>

Hasanreisoglu, U., Berksun, S., Aras, K., & Arslan, I. (2005). An analysis of maxillary anterior teeth: Facial and dental proportions. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(6), 530–538. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2005.10.007>

Hassan, B., Gimenez Gonzalez, B., Tahmaseb, A., Greven, M., & Wismeijer, D. (2017). A digital approach integrating facial scanning in a CAD-CAM workflow for complete-mouth implant-supported rehabilitation of patients with edentulism: A pilot clinical study. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(4), 486–492. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.07.033>

Hassel, A. J., Nitschke, I., Dreyhaupt, J., Wegener, I., Rammelsberg, P., & Hassel, J. C. (2008). Predicting tooth color from facial features and gender: Results from a white elderly cohort. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 99(2), 101–106. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(08\)60025-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(08)60025-6)

Hoffman, W., Bomberg, T. J., & Hatch, R. A. (1986). Interalar width as a guide in denture tooth selection. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 55(2), 219–221. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(86\)90348-3](https://doi.org/10.1016/0022-3913(86)90348-3)

Honorato Villa, A. (1959). Gothic arch tracing. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 9(4), 624–628. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(59\)90133-7](https://doi.org/10.1016/0022-3913(59)90133-7)

Horvath, S. D., Wegstein, P. G., Lüthi, M., & Blatz, M. B. (2012). The correlation between anterior tooth form and gender - a 3D analysis in humans. *The European journal of esthetic dentistry : official journal of the European Academy of Esthetic Dentistry*, 7(3), 334–43. Obtido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22908080>

Inokoshi, M., Kanazawa, M., & Minakuchi, S. (2012). Evaluation of a complete denture trial method applying rapid prototyping. *Dental Materials Journal*, 31(1), 40–46. <https://doi.org/10.4012/dmj.2011-113>

Ivoclar. (2015). Digital denture: complete denture prosthetics for the 21st century. Obtido 25 de Outubro de 2017, de http://www.dental-tribune.com/printarchive/download/document/35769/file/43bf59131e2a8e96cd758da66ea33fce_30-33.pdf

Ivoclar. (2017). Digital denture: the fast monolithic process. Obtido 20 de Outubro de 2017, de <http://www.ivoclarvivadent.com/en/p/laboratory-professional/digital-denture/digital-denture/>

Jameson, W. S. (2002). Dynesthetic and dentogenic concept revisited. *Journal of esthetic and restorative dentistry*: official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.], 14(3), 139–48. Obtido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12132568>

Jeyapalan, V., & Krishnan, C. S. (2015). Partial Edentulism and its Correlation to Age , Gender , Socio-economic Status and Incidence of Various Kennedy ' s Classes – A Literature Review, 9(6). <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/13776.6124>

Jivraj, S., Chee, W., & Corrado, P. (2006). Treatment planning of the edentulous maxilla. *British Dental Journal*, 201(5), 261–279. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4813952>

Joda, T., & Brägger, U. (2016). Patient-centered outcomes comparing digital and conventional implant impression procedures: a randomized crossover trial. *Clinical Oral Implants Research*, 27(12), e185–e189. <https://doi.org/10.1111/clr.12600>

Kailembo, A., Preet, R., & Williams, J. S. (2017). Common risk factors and edentulism in adults , aged 50 years and over , in China , Ghana , India and South Africa : results from the WHO Study on global AGEing and adult health (SAGE). *BMC Oral Health*. <https://doi.org/10.1186/s12903-016-0256-2>

Kanazawa, M., Inokoshi, M., Minakuchi, S., & Ohbayashi, N. (2011). Trial of a CAD/CAM system for fabricating complete dentures. *Dental Materials Journal*, 30(1), 93–96. <https://doi.org/10.4012/dmj.2010-112>

Katase, H., Kanazawa, M., Inokoshi, M., & Minakuchi, S. (2013). Face simulation system for complete dentures by applying rapid prototyping. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 109(6). [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(13\)60316-9](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(13)60316-9)

Kattadiyil, M. T., & AlHelal, A. (2017). An update on computer-engineered complete dentures: A systematic review on clinical outcomes. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(4), 478–485. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.08.017>

Kattadiyil, M. T., Jekki, R., Goodacre, C. J., & Baba, N. Z. (2015). Comparison of treatment outcomes in digital and conventional complete removable dental prosthesis fabrications in a predoctoral setting Presented at the Academy of Prosthodontics annual meeting, Kursaal, Berne, Switzerland, May 2014. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(6), 818–825. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.08.001>

Kau, C. H., Richmond, S., Zhurov, A. I., Knox, J., Chestnutt, I., Hartles, F., & Playle, R. (2005). Reliability of measuring facial morphology with a 3-dimensional laser scanning system. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 128(4), 424–430. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.06.037>

Kumar, M. V., Ahila, S. C., & Devi, S. S. (2011). The science of anterior teeth selection for a completely edentulous patient: A literature review. *Journal of Indian Prosthodontist Society*, 11(1), 7–13. <https://doi.org/10.1007/s13191-011-0058-9>

Kurt, A., & Isik-Ozkol, G. (2015). Conventional methods for selecting form, size, and color of maxillary anterior teeth: Review of the literature. *European Journal of Prosthodontics*, 3(3), 57. <https://doi.org/10.4103/2347-4610.166184>

Lacy, A. M., Fukui, H., Bellman, T., & Jendresen, M. D. (1981). Time-dependent accuracy of elastomer impression materials. Part II: Polyether, polysulfides, and polyvinylsiloxane. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 45(3), 329–333. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(81\)90400-5](https://doi.org/10.1016/0022-3913(81)90400-5)

Li, R. W. K., Chow, T. W., & Matinlinna, J. P. (2014). Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: State of the art. *Journal of Prosthodontic Research*, 58(4), 208–216. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2014.07.003>

Logozzo, S., Zanetti, E. M., Franceschini, G., Kilpelä, A., & Mäkinen, A. (2014). Recent advances in dental optics - Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and Lasers in Engineering*, 54, 203–221. <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2013.07.017>

Lombardi, R. E. (1973). The principles of visual perception and their clinical application to denture esthetics. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 29(4), 358–382. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(73\)80013-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(73)80013-7)

Maeda, Y., Minoura, M., Tsutsumi, S., Okada, M., & Nokubi, T. (1994). A CAD/CAM system for removable denture. Part I: Fabrication of complete dentures. *The International journal of prosthodontics*, 7(1), 17–21. Obtido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8179777>

Mandikos, M. N. (1998). Polyvinyl siloxane impression materials: an update on clinical use. *Australian dental journal*, 43(6), 428–434. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1998.tb00204.x>

Melilli, D., Calandra, F., Messina, P., & Scardina, G. (2016). A New System for Choosing the Form and Size of Complete Denture Anterior Teeth. *Dental Hypotheses*, 7(4), 147. <https://doi.org/10.4103/2155-8213.195974>

Michalakis, K. X., Bakopoulou, A., Hirayama, H., Garefis, D. P., & Garefis, P. D. (2007). Pre- and post-set hydrophilicity of elastomeric impression materials: Basic science research. *Journal of Prosthodontics*, 16(4), 238–248. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2007.00205.x>

Miyazaki, T., Hotta, Y., Kunii, J., Kuriyama, S., & Tamaki, Y. (2009). A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental materials journal*, 28(1), 44–56. <https://doi.org/10.4012/dmj.28.44>

Neissen, L. C., Strassler, H., Levinson, P. D., Wood, G., & Greenbaum, J. (1986). Effect of latex gloves on setting time of polyvinylsiloxane putty impression material. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 55(1), 128–129. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(86\)90088-0](https://doi.org/10.1016/0022-3913(86)90088-0)

Noonan, J. E., Goldfogel, M. H., & Lambert, R. L. (1985). Inhibited set of the surface of addition silicones in contact with rubber dam. *Operative dentistry*, 10(2), 46–8. Obtido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/862077>

Panichuttra, R., Jones, R. M., Goodacre, C., Munoz, C. A., & Moore, B. K. (1991). Hydrophilic poly(vinyl siloxane) impression materials: dimensional accuracy, wettability, and effect on gypsum hardness. *The International journal of prosthodontics*, 4(3), 240–8. Obtido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1810315>

Paulino, M. R., Alves, L. R., Gurgel, B. C. V., & Calderon, P. S. (2015). Simplified versus traditional techniques for complete denture fabrication: A systematic review. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 113(1), 12–16. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.08.004>

Petrie, C. S., Walker, M. P., & Williams, K. (2005). A survey of U.S. prosthodontists and dental schools on the current materials and methods for final impressions for complete denture prosthodontics. *Journal of Prosthodontics*, 14(4), 253–262. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2005.00051.x>

Petropoulos, V. C., & Rashedi, B. (2003). Current concepts and techniques in complete denture final impression procedures. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 12(4), 280–287. [https://doi.org/10.1016/S1059-941X\(03\)00108-6](https://doi.org/10.1016/S1059-941X(03)00108-6)

Polzer, I., Schimmel, M., Müller, F., & Biffar, R. (2009). Edentulism as part of the general health problems of elderly adults. *International Dental Journal*, 59, 5–11. <https://doi.org/10.1922/IDJ>

R. Koralakunte, P., & H. Budihal, D. (2012). A clinical study to evaluate the correlation between maxillary central incisor tooth form and face form in an Indian population. *Journal of Oral Science*, 54(3), 273–278. <https://doi.org/10.2334/josnurd.54.273>

Ramsey, C. D., & Ritter, R. G. (2012). Utilization of digital technologies for fabrication of definitive implant-supported restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 24(5), 299–308. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2011.00481.x>

Raney, L., Bergman, D., Torous, J., & Hasselberg, M. (2017). Digitally Driven Integrated Primary Care and Behavioral Health: How Technology Can Expand Access to Effective Treatment. *Current Psychiatry Reports*, 19(11), 86. <https://doi.org/10.1007/s11920-017-0838-y>

Reitz, C. D., & Clark, N. P. (1988). The setting of vinyl polysiloxane and condensation silicone putties when mixed with gloved hands. *The Journal of the American Dental Association*, 116(3), 371–375. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1988.0236>

Rubel, B. S. (2007). Impression Materials: A Comparative Review of Impression Materials Most Commonly Used in Restorative Dentistry. *Dental Clinics of North America*, 51(3), 629–642. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2007.03.006>

Saponaro, P. C., Yilmaz, B., Heshmati, R. H., & Mcglumphy, E. A. (2016). Clinical performance of CAD-CAM-fabricated complete dentures: A cross-sectional study. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.03.017>

Schweiger, J., Güth, J.-F., Edelhoff, D., & Stumbaum, J. (2016). Virtual evaluation for CAD-CAM-fabricated complete dentures. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.05.015>

Spyropoulou, P. E., Razzoog, M. E., Duff, R. E., Chronaios, D., Saglik, B., & Tarrazzi, D. E. (2011). Maxillary implant-supported bar overdenture and mandibular implant-retained fixed denture using CAD/CAM technology and 3-D design software: A clinical report. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 105(6), 356–362. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(11\)60071-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60071-1)

Steinmassl, P.-A., Wiedemair, V., Huck, C., Klaunzer, F., Steinmassl, O., Grunert, I., & Dumfahrt, H. (2017). Do CAD/CAM dentures really release less monomer than conventional dentures? *Clinical Oral Investigations*, 21(5), 1697–1705. <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1961-6>

Sun, Y., Lü, P., & Wang, Y. (2009). Study on CAD&RP for removable complete denture. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 93(3), 266–272. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2008.10.003>

van Mens, P. R., & de Vries, H. (1984). Interocclusal distance determined by electromyographic biofeedback compared with conventional methods. *The Journal of prosthetic dentistry*, 52(3), 443–6. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(84\)90466-9](https://doi.org/10.1016/0022-3913(84)90466-9)

van Noort, R. (2012). The future of dental devices is digital. *Dental Materials*, 28(1), 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.10.014>

Walls, A. W. G., & Steele, J. G. (2004). The relationship between oral health and nutrition in older people. *Mechanisms of Ageing and Development*, 125(12 SPEC.ISS.), 853–857. <https://doi.org/10.1016/j.mad.2004.07.011>

Williams, P. T., Jackson, D. G., & Bergman, W. (1984). An evaluation of the time-dependent dimensional stability of eleven elastomeric impression materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, 52(1), 120–5. Obtido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6379155>

Wismeijer, D., Mans, R., van Genuchten, M., & Reijers, H. A. (2014). Patients' preferences when comparing analogue implant impressions using a polyether impression material versus digital impressions (Intraoral Scan) of dental implants. *Clinical Oral Implants Research*, 25(10), 1113–1118. <https://doi.org/10.1111/clr.12234>

Yilmaz, B., Azak, A. N., Alp, G., & Ekşi, H. (2017). Use of CAD-CAM technology for the fabrication of complete dentures: An alternative technique. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 118(2), 140–143. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.10.016>

Yuzbasioglu, E., Kurt, H., Turunc, R., & Bilir, H. (2014). Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health*, 14(1), 10. <https://doi.org/10.1186/1472-6831-14-10>

Zhang, Y. De, Jiang, J. G., Liang, T., & Hu, W. P. (2011). Kinematics modeling and experimentation of the multi-manipulator tooth-arrangement robot for full denture manufacturing. *Journal of Medical Systems*, 35(6), 1421–1429. <https://doi.org/10.1007/s10916-009-9419-x>